Vergleichende stallklimatische Untersuchungen in alten und neuen Rinder- und Schweineställen des Landkreises Biberach an der Riß

Horst-Volkert van Kampen

1962

Aus dem Institut für Mikrobiologie und Infektionskrankheiten
der Tiere der Universität München

Vorstand: Professor Dr. A. Meyn

VERGLEICHENDE STALLKLIMATISCHE UNTERSUCHUNGEN IN ALTEN UND NEUEN RINDER- UND SCHWEINESTÄLLEN DES LANDKREISES BIBERACH AN DER RISS

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der veterinärmedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

von

Horst-Volkert van Kampen

aus

Ochsenhausen/Wttbg.

München 1963

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. K. Ullrich

Referent: Prof. Dr. M. Rolle

Tag der Promotion: 27. 7. 62

UNI-Druck, München 13, Amalienstraße 85

Meinen Eltern

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545802_0110

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
A.	Einleitung	1
B.	Literatur	2
	I. Stallbau	2
	1. Allgemeines	2
	2. Stallformen	2
	a. Rinderställe	2
	b. Schweineställe	5
	3. Bau eines Stalles	11
	a. Bauplatz	11
	b. Stallwand	12
	c. Stallboden	14
	d. Stalldecke	15
	e. Fenster, Belichtung und Türen	16
	4. Belüftungsanlagen	18
	A. Kräfte zum Betrieb von Belüftungsanlagen	18
	a. Schwerkraft	18
	b. Windkraft	18
	c. Elektrokraft	19
	B. Arten von Belüftungsanlagen	19
	a. Tonrohre	19
	b. Fensterlüftung	20
	c. Futterwürfe	20
	d. Abluftschächte	20
	e. Ventilatoren mit Thermostat	21
	5. Einrichtung und Hygiene des Stalles und der Tiere	21
	II. Die Wechselwirkung zwischen Stallklimakomponenten und der Leistung, sowie den Krankheiten der Haustiere	23

Seite

1. Temperatur 23
2. Feuchtigkeit 27
3. Abkühlungsgröße 28
4. Luftbewegung 29
5. Kohlendioxyd 30
6. Ammoniak und Schwefelwasserstoff 32

C. Eigene Untersuchungen 33

I. Beschreibung des Untersuchungsgebietes 33

1. Bevölkerung 33
2. Industrie und Landwirtschaft im Kreisgebiet 34
   a. Betriebsgröße 36
   b. Viehwirtschaft 37
   c. Flurbereinigung 39
3. Geologische Untersuchungen im Kreise Biberach 39
4. Böden des Kreises Biberach 39
5. Klima 40
   a. Temperatur 40
   b. Niederschläge 41

II. Material und Technik 42

1. Allgemeines 42
2. Beschreibung der Geräte und des Meßvorganges 43
   a. Luftfeuchtigkeit und Temperatur 43
   b. Abkühlungsgröße und Windgeschwindigkeit 44
   c. Kohlendioxydmessung 44

III. Untersuchte Ställe 45

1. Rinderställe 45
2. Gemischte Ställe 56
3. Schweineställe 64
   a. Wintermessungen 64
   b. Ergebnisse der Sommermessungen 71
   c. Gegenüberstellung der beiden Meßzeiten 75
4. Schlußbetrachtung 75

IV. Zusammenfassung 81

D. Literaturverzeichnis 87

E. Lebenslauf 97

A. EINLEITUNG

In Anbetracht der immer größer werdenden Bevölkerungszahl der Erde gilt es, die Nahrungsmittelproduktion zu steigern, um durch Intensivierung der natürlichen Nahrungsmittelquellen - deren wohl bedeutendste die Tierhaltung darstellt - die steigenden Bedürfnisse zu decken.

Für uns Deutsche, die wir in der EWG landwirtschaftlichen Konkurrenten gegenübergestellt sind, deren landwirtschaftliche Produktivität die unsrige übersteigt, ist es ein Gebot der Stunde, alle nur möglichen Faktoren auszunutzen, um eine Produktionssteigerung und somit eine Verbilligung der landwirtschaftlichen Produkte zu erreichen.

Einen dieser Faktoren, der nur allzulange nicht beachtet wurde, stellt das Stallklima dar. Denn das Stallklima und der damit verbundene Stallbau können wesentlich zur Ertragssteigerung beitragen. Zudem hat der Mensch die Verpflichtung, seinen Haustieren als Ersatz für die entzogene Freiheit Unterkünfte zu schaffen, die ihnen optimale Bedingungen bieten. Die Stallungen müssen so beschaffen sein, daß das Tier in ihnen gesund leben und ein Maximum an Leistung hervorbringen kann.

Um einen Überblick über die bei uns herrschenden stallhygienischen Verhältnisse zu gewinnen, wurde mir von Herrn Professor Dr. A. Meyn die Aufgabe gestellt, Ställe im Kreise Biberach a. d. Riß auf ihre bautechnischen und klimatischen Eigenschaften zu untersuchen und einen Vergleich zwischen alten und neuen Gebäuden zu ziehen.

B. LITERATUR

I. Stallbau

1. Allgemeines

Ein gesunder Viehbestand ist die Grundlage für die Leistungsfähigkeit eines landwirtschaftlichen Betriebes. Hält man sich vor Augen, wieviel Millionen DM durch die deutsche Tierhaltung eingebracht werden, ist es um so erstaunlicher, feststellen zu müssen, daß ein großer Teil der in Deutschland vorhandenen Stallungen nicht auch nur annähernd den hygienischen Anforderungen entspricht. Durch die Verwendung ungeeigneten Baumaterials, bzw. durch das Unterlassen einer ordnungsgemäßen Bearbeitung desselben trifft man täglich in den Ställen auf Mängel, die das Stallklima beeinträchtigen; z.B. wenn die erforderliche Anzahl von Fenstern oder der Einbau von Be- und Entlüftungsanlagen überhaupt nicht berücksichtigt werden. Es entstehen dadurch feuchte, kalte und dunkle Räume mit Kondenswasser und salpetrigen Ausblühungen an den Wänden und Decken. Ein solcher Stall setzt die natürliche Abwehrkraft der Tiere herab und läßt sie für Krankheiten anfällig werden. Auch ist er ein fast unüberwindliches Hindernis bei der Bekämpfung von Tierseuchen. Zudem erhalten die Tiere darin zu wenig Licht und stehen in schlechter feuchter Luft.

Ein Punkt, dem bislang zu wenig Beachtung geschenkt wurde, ist ferner die Aufzuchtstätte des Jungviehes. Um zu gesunden, leistungsfähigen Tieren zu gelangen, ist es unumgänglich, dem Jungvieh genügende Bewegungsfreiheit zu schaffen. Nicht nur, daß das Tier sich hier besser entwickelt, es wird auch handzahm und ist somit leichter zu behandeln.

2. Stallformen

a. Rinderställe

Grundsätzlich unterscheidet man bei den Rinderställen den Anbindestall vom Laufstall, in dem die Tiere sich auf einer größeren Fläche bewegen können. Diese Ställe werden wie die Anbindeställe allseitig geschlossen. Der Milchviehlaufstall ermöglicht die Arbeitszeit im Stall zu verkürzen, gesündere Lebensbedingungen zu schaffen und die Baukosten zu senken. Ein weiterer Unterschied besteht darin, daß der Laufstall jährlich nur

2 - 3mal ausgemistet wird, während der Anbindestall ein täglich zweimaliges Ausmisten verlangt (Arbeitsersparnis).

aa.) Beim Anbindestall werden 3 Standformen unterschieden: Langstand, bei dem Stand- und Liegeplatz mit dem dahinterliegenden Mistplatz in einer Ebene verlaufen. Ein Sauberhalten der Tiere ist nur mittels erheblicher Einstreumengen möglich. Gibt man diesem Stand ein geringgradiges Gefälle, so begünstigt er die Prolapsgefahr. Bei dieser Standform ist eine saubere Milchgewinnung nicht gewährleistet.

Maße des Langstandes nach Roots-Haupt-Hartwigk (62): 2,8 - 3,2 m.

Mittellangstand: bei dieser Form von Aufstallung wird der Stand- und Liegeplatz nach Ober (53) durch eine 12 - 16 cm hohe Miststufe vom Mistplatz getrennt. Ein verschließbares Absperrgitter drängt die Tiere nach dem Füttern so weit zurück, daß diese sowohl Harn als auch Kot auf die tiefer liegende Mistplatte absetzen müssen. Bei angemessener Standlänge und ordentlicher Bedienung des Absperrgitters bleiben die Tiere sauber, so daß sie weniger oft geputzt werden müssen. Auch ist die Sauberkeit bei der Milchgewinnung zufriedenstellend.

Maße des Mittellangstandes nach:

Ober (53)	1,9 - 2,25 m
Roots-Haupt-Hartwigk (62)	1,95 - 2,39 m
Seilnacht (68)	1,95 - 2,30 m

Diese Aufstallungsform hat sich in der Praxis am meisten bewährt.

Kurzstand: diese Form von Aufstallung ist in den Gegenden zuhause, wo wenig Streu vorhanden ist und ein fast ganzjährlicher Weidebetrieb herrscht; er hat sich aus den sogenannten "Winterständen" Hollands entwickelt. Die Krippe gehört bei dieser Form mit zum Liegeplatz, weshalb sie in einer Ebene mit dem Standplatz verlaufen muß. Ein Absperrgitter fällt weg, an seine Stelle tritt eine besondere Anbindevorrichtung. Die Mistplatte liegt nach Ober (53) 40 cm, nach Jentsch (34) 8 - 16 cm unter dem Standplatz. Da der Kurzstand die Bewegungsfreiheit am meisten einschränkt, ist er für eine Dauerstallhaltung nicht zu empfehlen, da hierbei bei den Tieren Knieschwamm auftreten kann. Geeignet ist diese Aufstallungsform nur für ausgesprochene Grünlandgebiete mit fast ganzjährigem Weidebetrieb. Goldinger (25) stellte fest, daß ein kurzes Lager mit hoher Krippe das Vorkommen von Klauenleiden begünstigt.

Maße des Kurzstandes nach:

Seilnacht (68)	1,50 - 1,75 m
Ober (53)	1,60 - 1,80 m

bb.) Beim Laufstall werden nach Ober (53) folgende Typen unterschieden:
der geschlossene Laufstall,
der offene Laufstall.
Der Tiefstall stellt eine Variation des eigentlichen Laufstalles dar.

Dem Laufstall im engeren Sinn begegnen wir heute nur noch in Gebirgställern (Ober (53)). Bei dieser Form bewegen sich die Tiere innerhalb eines geschlossenen Raumes auf einer durch ständiges Nachstreuen immer größer werdenden "Mistmatratze".

Der Tiefstall, der in strohreichen Gegenden Nord- und Ostdeutschlands angetroffen wird, stellt eine Variation des Laufstalles dar, in welchem die Ruhefläche tiefer liegt als die Standfläche.

Beide Arten von Laufställen, bei denen die Tiere unter Umständen auf einer 1 m dicken "Mistmatratze" stehen, finden in letzterer Zeit wieder stärkere Anerkennung. Um eine saubere Milchgewinnung zu gewährleisten, werden sie mit einem Melkstand verbunden.

Der offene Laufstall.
Die verbrauchte Stalluft wird durch Einführung dieser Stallart beseitigt. Durch die großen Wandöffnungen, bzw. die völlig offenen Wände an der Südseite, befinden sich die Tiere praktisch im Freien. Die Stalltemperatur ist der Außentemperatur angepaßt. Vor dem eigentlichen bedachten Stallraum befindet sich ein befestigter Auslauf. Die Tiere haben nun die Möglichkeit zwischen einer bedachten Unterkunft und dem Aufenthalt im Freien zu wählen. Die Bewegung auf dem befestigten Auslauf schränkt die Gefahr der Entstehung von Klauenschäden, wie sie beim geschlossenen Laufstall gegeben ist, ein und setzt die Tiere den natürlichen Stimulantien des Wetters aus. Gemolken wird außerhalb des Stalles in einem sog. Melkstand, so daß der gestapelte Mist keinen Einfluß auf die Milchqualität ausüben kann.

Diese Stallform fordert einmal eine gewisse Strohmenge, zum anderen das Vorhandensein von genügend Platz, so daß sie meistens in Einödhöfen und Aussiedlungsbetrieben angetroffen wird.

cc.) Eine dritte Standform stellt der kombinierte Stand- und Laufstall dar, bei dem die Kühe außerhalb der Mahlzeiten sich frei auf der Mistmatratze bewegen und nur zur Fütterung und zum Melken auf einen Kurzstand mit Absperrgitter gebracht werden. Die Tiere stehen dadurch täglich ein paar Stunden auf festem Boden, was zur Gesundheit der Klauen beiträgt. Da aber in diesem Stall auch gemolken wird, muß er im Winter zum geschlossenen Laufstall werden und es eignet ihm dann trotz eingebauter Lüftungsanlage erfahrungsgemäß eine schlechte Luftqualität, die durch Dauermiststapel hervorgerufen wird.

b. Schweineställe (Ober (54))

Im Laufe der letzten Jahre ist die Schweinezucht sehr stark intensiviert worden. Dient doch diese wie kein anderer landwirtschaftlicher Betriebszweig der Veredelungswirtschaft. Durch die niederen Getreide- und Kartoffelpreise ist der Landwirt gezwungen, einen Ausweg zu suchen, um die Rentabilität seines Betriebes zu gewährleisten. Eine intensive Schweinehaltung bietet in dieser Hinsicht einen günstigen Ausweg. Mit der Vergrößerung der Schweinezucht geht aber auch die Stallraumbeschaffung Hand in Hand.

Alte "Zementsärge" und massive Schweinekoben, die sich aus den aus Holz, Stroh und Lehm erbauten Koben der letzten Jahrhunderte entwickelt haben und den Tieren als Nachtaufenthaltsort dienten, sind natürlich bei einer rentablen Schweinezucht vollkommen unmöglich. Das häufige Auftreten von Schweinekrankheiten, insbesondere von Aufzuchterkrankungen, steht in engem Zusammenhang mit diesen Ställen. Durch einen vernünftigen Stallbau, der sowohl den arbeitstechnischen, als auch den stallhygienischen Gesichtspunkten gerecht wird, kann das sprichwörtliche "Glück im Schweinestall" weitgehend dem Zufall entzogen werden.

Der Platzbedarf im Schweinestall ist der folgenden Tabelle zu entnehmen (Ober (54)):

Tierart		Buchtenfläche ohne Mistplatz	Mindestbreite	Troglänge
Mast-schweine	einzeln	1,50	1,50	1,00 m
	mehrere	0,70 - 0,80	1,80	0,40 m
Abferkelbucht		4,00 - 5,00	2,00	1,00 m
Ferkelbucht		1,40	0,70	1,5-1,8 m
Eberbucht		5,00	2,00	1,00 m
Sau einzeln		4,00	2,00	1,00 m
Sau-Sammelbuchten		1,00	2,00	0,50 m

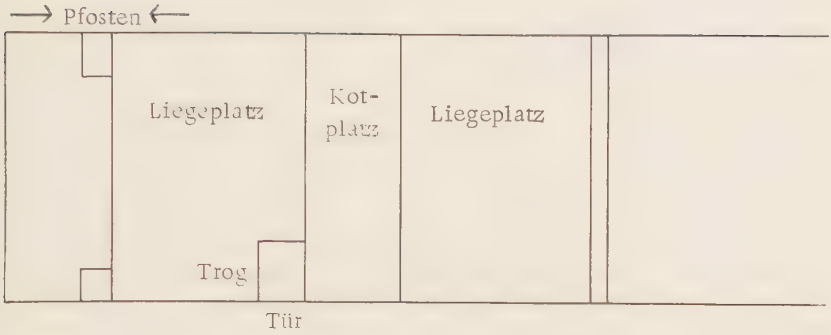
Grundsätzlich unterscheidet man im Schweinestallbau getrennte Buchtensysteme für Mast- und Zuchtschweine. Für beide Arten gilt der Grundsatz, daß der Mistplatz stets vom Liegeplatz getrennt werden soll.

aa.) Bei den getrennten Mastbuchtensystemen unterscheidet man:

Mastbucht mit seitlichem Mistplatz.

Diese Anordnung ist besonders geeignet für Ställe mit beschränkter Breite. Der Mistplatz wird seitlich vom Liegeplatz in einer Breite von 80 - 90 cm angelegt. Er soll eine Neigung von 3 % nach der Mitte und nach vorn zu der außerhalb der Bucht verlaufenden Jaucherinne haben.

Skizze Nr. 1

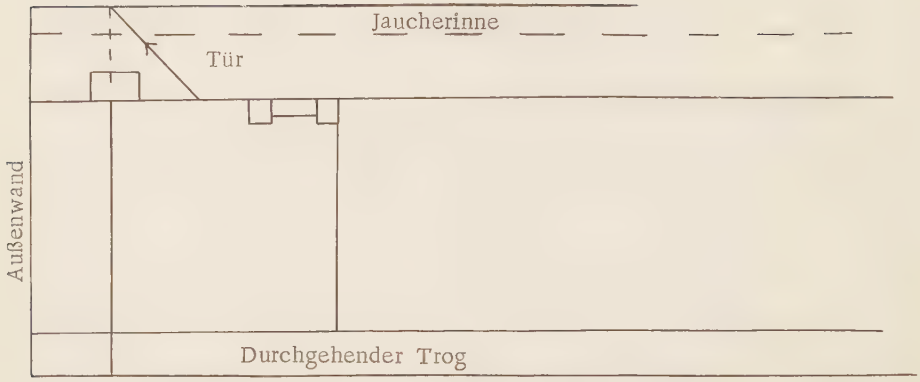


Der Höhenunterschied zwischen Liege- und Kotplatz beträgt 10 cm, wobei die Begrenzungslinie durch eine ca. 10 cm hohe Randleiste betont werden kann. Diese Randerhöhung sollte 50 cm vor dem Trog enden, damit die Bucht bei Bedarf ausgekehrt werden kann. Der Kotplatz einer Bucht sollte an den der anderen angrenzen, was eine Arbeitserleichterung bedingt.

Dänische Mastbucht.

Sie setzt eine Stallbreite von 4,50 m voraus. Während die vorher beschriebene Form hauptsächlich für Umbauten in alten, raumbeschränkten Ställen gedacht ist, sollte bei Neubauten der dänischen Mastbucht der Vorzug gegeben werden. Bei ihr sind Kot- und Liegeplatz hintereinander angeordnet, so daß die ganze Stallänge dem Trog zur Verfügung steht. Die Buchtenwand des äußeren Stalles sollte ca. 10 cm von der Außenwand entfernt sein (Wärmeverlust). Der Mistplatz ist vom Nebenraum durch eine Tür getrennt, die beim Ausmisten so herumgeschwenkt wird, daß ein durchgehender Mistgang entsteht. Die Jaucherinne liegt außen.

Skizze Nr. 2



Einzelne Daten (nach Ober (54)):

Breite des Mistganges	
bei einer Stallänge von 6,00 m	1,00 m
bei größeren Ställen	1,20 m.

Der Höhenunterschied zwischen Liege- und Mistplatz beträgt 8 - 12 cm. Bei mehrreihigen Schweineställen empfiehlt es sich, die Mistgänge zusammenzulegen. Dabei ist zu beachten, daß dies nach Zorn (79) günstiger ist, da der Mistgang nun doppelt so breit wird wie es beim einreihigen Schweinestall der Fall ist. Bei nicht ausreichend großem Mistgang setzen die Tiere ihren Harn und Kot in einer Ecke der Bucht ab.

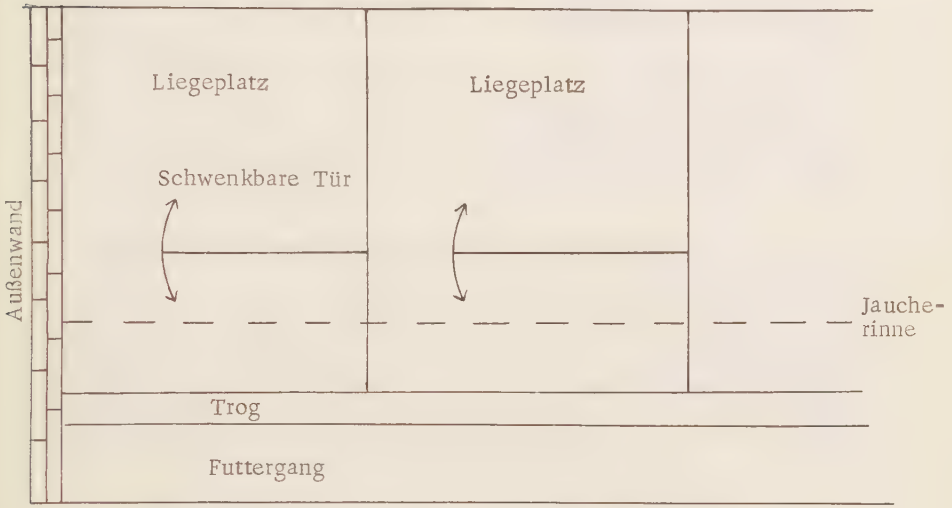
Ställe mit mehr als zwei Reihen sind schlecht mit Licht versorgt; auch sind sie unübersichtlich.

Mastbucht mit rückwärts angeordnetem Mistplatz.

Es handelt sich um eine dänische Mastbucht mit verkürzter Kotplatte, die im Mittel 0,8 m breit ist. Der Liegeplatz hat statt der starren Wand und nur einer Türe zwei Türöffnungen, wodurch der Mistplatz in seiner ganzen Ausdehnung den Tieren zu Verfügung steht.

Mastbucht mit außerhalb des Liegeplatzes angeordnetem Futter- und Mistplatz.

Skizze Nr. 3



Der Liegeplatz wird durch eine Zwischenwand vom Freß- und Mistplatz getrennt. Durch die Verwendung wärmedämmernder Baumaterialien wird der Liegeplatz warm gehalten; der Freß- und Kotplatz befinden sich draußen und sind durch ein Dach vor Niederschlägen geschützt. Den Tieren stehen also, ähnlich wie den Rindern beim offenen Laufstall, zwei Unterkunftsmöglichkeiten zur Verfügung. Während der Futterzeiten werden die Schweine der stimulierenden Wirkung der Außenluft ausgesetzt.

bb.) Bei den getrennten Zuchtbuchtensystemen unterscheidet man:

Zuchtbucht mit seitlich angeordneten Ferkelbuchten.

Eine zwischen zwei Sauenbuchten gelegene Bucht wird mittels einer längs- oder quer verlaufenden, ca. 60 cm hohen Zwischenwand aus Brettern in eine Ferkelbucht umgebaut; ein "Ferkelschlupf" verbindet die Ferkel- mit der Sauenbucht.

Zuchtbucht mit rückwärts angeordneter Ferkelbucht.

Hinter der Sauenbucht werden 60 - 70 cm breite und 60 cm hohe Ferkelbuchten angebracht, die durch einen Ferkelschlupf mit der Saubucht ver-

bunden sind. Zwischen Wand und Ferkelbucht soll ein Gang liegen, damit die Tiere nicht der Wärmestrahlung und der wärmeableitenden Wirkung der Wand ausgesetzt sind.

Zuchtbucht mit Ferkelbalkon.

Bei dieser Form die für den raumbeengten Stall gut geeignet ist, gelangen die Ferkel mittels einer Treppe, an die sie sich erfahrungsgemäß sehr bald gewöhnen, auf einen Balkon. Dieser liegt in Höhe der Buchtenwand, ist ca. 70 cm breit und mit kleinen Seitenwänden aus Holz versehen.

Zuchtbuchten mit Ferkelbuchten zwischen den Sauenbuchten und getrenntem Mistplatz.

Ähnlich wie bei der dänischen Mastbucht wird hier auf der ganzen Breite ein Mistplatz dem Liegeplatz der Sauenbucht angegliedert. Nur hier ist die Verbindung zwischen beiden Plätzen mit zwei schwenkbaren Türen versehen, da die etwas schwerfälligen Muttertiere in der Regel den Mistplatz nicht benützen, wenn nur eine Tür vorhanden ist.

Abferkelstall mit getrenntem Liegeplatz für Sau und Ferkel und mit Mist- und Futterplatz außerhalb des Liegeraumes.

Dieser Stall ist im Prinzip so angeordnet wie die Mastbucht, mit Futter- und Mistplatz außerhalb des Liegeplatzes, nur daß dem Liegeplatz noch eine Ferkelbucht angegliedert ist.

cc.) Kombinierte Zucht- und Mastställe (Ober (54)):

Man steht heute auf dem Standpunkt, für Mast- und Zuchtschweine seien getrennte Ställe zu benutzen. Das ist jedoch nicht in allen Fällen möglich. Man versucht deshalb durch Kombination beider Systeme zu einem tragbaren Kompromiß zu gelangen.

Mastbuchten mit seitlichem Mistplatz und Zuchtbuchten mit seitlich angeordneten Ferkelbuchten.

Der Stall wird in zwei Reihen angeordnet mit dazwischenliegendem Futtergang. Auf der Südseite befinden sich die Sauenbuchten mit seitlich angeordneten Ferkelbuchten, auf der Nordseite die Mastbuchten mit seitlichem Kotplatz.

Der Nachteil dieses Systems ist, daß über den Futtergang entmistet wird. Erforderliche Breite nach Ober (54): 6,50 m.

Dänische Buchten und Zuchtbuchten mit rückwärts an einem Schlupfgang liegenden Ferkelbuchten.

Steht Platz in ausreichendem Maße zur Verfügung, so wird der Stall wieder in zwei Reihen angeordnet mit dazwischenliegendem Futter- und Mistgang für die Sauenbuchten. Auf der Südseite befinden sich die Sauenbuchten, auf der Nordseite die Mastbuchten.

Erforderliche Breite nach Ober (54): 8,50 m.
Natürlich ist auch die Kombination zwischen Mastbuchten und Abferkelbuchten mit rückwärts liegenden Mistplätzen, sowie eine Kombination von abgeschlossenen Liegeräumen für Mastschweine und für Zuchtschweine mit außerhalb der Buchten liegendem Futter- und Mistplatz und jeweils gemeinsamem Futtergang möglich; dabei ist immer zu beachten, daß die Sauenbuchten an die Südseite zu liegen kommen.

dd.) Hütten für Ferkel und Sauen, (Ober (54) und Roots-Haupt-Hartwigk (62)):
Um der Schweinemüdigkeit, d.h. der Tatsache, daß in lange benutzten Schweineställen die Ferkelgrippe heimisch ist, zu begegnen, ist man in jüngster Zeit dazu übergegangen, die Tiere im Sommer in verschiebbaren Einzelhütten innerhalb einer bestimmten Auslauffläche mit wechselndem Standort zu halten. Die Türen dieser Hütten werden mit einem Rupfensack verhängt, so daß die Tiere, das ihnen jeweils zusagende Klima selbst wählen können. Durch das Anbringen aufklappbarer Seitenwände, sowie durch Strohisolierung im Winter, kann die Hütte sich jeder Witterung anpassen und bildet somit eine der natürlichen Lebensart am nächsten stehenden Lösung.

3. Bau eines Stalles

a. Bauplatz

Nach Klimmer (40) muß der Stall eine freie Lage haben, so daß Luft und Licht ungehindert einfließen können. Ein Stall soll immer an der höchsten Stelle (Zorn (79)), mindestens aber 10 cm über dem Hofniveau

liegen, damit sich Trauf- und Regenwasser nicht im oder unter dem Stall ansammeln. Als besten Baugrund sieht Jentsch (34) festen oder geschichteten Fels oder Geschiebe auf fester Unterlage, Geröll, festen Mergel, zerklüfteten Fels, trockenen, festen, sandigen Lehm oder Ton an. Ungünstig als Baugrund sind: feiner Sand, nasser Lehm oder Ton, Erde, Moor, Flug- oder Treibsand und Anschüttung. Nach Rolle (61) und Klimmer (40) soll der Grundwasserspiegel grundsätzlich mindestens 1/2 m tiefer liegen als die Grundmauern hinabreichen. Die Meinungen über die geeignete Himmelsrichtung der Hauptfenster gehen weit auseinander. Beim Bau eines Stalles sollte nach Zorn (79) stets daran gedacht werden, daß die Hauptfensterfront nach Süden oder aber wenigstens nach SO oder SW zu liegen kommt; bei ausgesprochener Südlage allerdings darf nicht vergessen werden, daß ein solcher Stall im Sommer leicht zu heiß wird und eines Schattenspenders bedarf. Klimmer (40), Ober (53), Roots-Haupt-Hartwigk (62) und Vogel (76) sind derselben Ansicht. Da bei den Ställen, deren Hauptfensterfläche nach SO oder Osten liegt, die wärmende Vormittags- und Morgensonne dieselbe trifft, eine Überhitzung am Nachmittag jedoch vermieden wird, sehen Dahmen (12), Frank (20), Heinze (29), Klimmer (40), Kronacher (41), Mally (47), Miessner und Schoop (49), Ober (54), Rolle (61) und Schmidt (66) diese Lage als vorteilhaft an. Dinkhauser (15) findet die Westseite günstig, da die Westwinde sich gut zur Lüftung eignen. Nusshag (52), Klimmer (40) und Dahmen (12) sind sich darin einig, daß die Nordseite vollkommen ungeeignet ist, da sie keiner direkten Sonnenbestrahlung zugänglich und den rauhen Nordwinden ausgesetzt ist.

b. Stallwand

Die Wand dient nicht nur als Witterungsschutz, sondern soll vor allen Dingen ein optimales Stallklima im Raum sichern helfen (Klimmer (40)). Lufthaltiges Baumaterial mit möglichst niederem spezifischem Gewicht ist ein schlechter Wärmeleiter und kann die Wand wirklich zu einer Temperaturscheide werden lassen (Rolle (61)). Allerdings muß darauf geachtet werden, daß sich die Steine nicht mit Wasser vollsaugen, wodurch sie zu guten Wärmeleitern werden und damit ihren Zweck nicht mehr erfüllen können. Zorn (79) bezeichnet solche Baustoffe als "atmend" und will sie deshalb im Stallbau verwendet wissen. Bevor ich näher auf die einzelnen Bauteile eingehe, möchte ich einen Vergleich über die verschiedene

Wärmedämmungsfähigkeit des Materials der Umfassungsmauern nach Ober (54) geben:

Wanddicke gleicher Wärmedämmung

Mineralfaser (Glaswolle)	2 cm
Organische Faser (Gerstengranne)	5 cm
Holzwolleichtbauplatten	7 cm
Gipsdielen/Weichholz	10 cm
Lehm mit Stroh	27 cm
Bimsbeton	30 cm
Hohlziegel	36 cm
Vollziegel	51 cm
Kiesbeton	75 cm
Naturstein	170 cm

Das Verputzen und Kacheln der Innenwände kann die Wand leicht zum guten Wärmeableiter machen und sollte deshalb auf ein erforderliches Minimum beschränkt bleiben (Zorn (79)). Gerspach (24) verlangt der Reinlichkeit wegen innen Kalkmörtelverputz, der die Feuchtigkeit aufnimmt. Er verwirft dagegen einen Verputz aus Zement, sowie einen Ölanstrich oder gar Fliesen, da sich auf diesen die Stallfeuchtigkeit niederschlägt und die angestrebte Verdunstung aufgehoben wird.

Im Untersuchungsgebiet traf ich als Baumaterial für die Umfassungsmauern Holz, Beton und Ziegelstein (Hohl- und Vollziegel) an, weshalb ich nur auf dieses Material eingehen möchte.

Für die Verwendung von Holz spricht nach Jentsch (34) seine billige Bearbeitbarkeit und die gute Wärmedämmung. Nach diesem Autor bieten eine 15 cm starke Blockwand und eine 45 cm starke Ziegelwand den gleichen Wärmeschutz. Die Nachteile des Holzes, Quellen und Schwinden, Fäulnis, Holzschwamm und Feuergefährlichkeit, können nach Jentsch (34) durch die Verwendung von vollkommen ausgetrocknetem Holz und einem Anstrich aus Leinöl, Ölfarbe oder Holzteer weitgehend ausgeschaltet werden.

Beton: bei niedrigen Außentemperaturen macht er den Stall kalt und feucht, auch hält er den Verputz schlecht und wird deshalb von Zorn (79) und Gerspach (24) genauso wie Bruchstein für den Stallboden als völlig ungeeignet angesehen. In bereits bestehenden "Betonställen" kann die Innenwand durch eine 12 cm starke Ziegel-, Schwemmstein- oder Hohlstein-

wand isoliert werden; wobei zwischen beiden Wänden ein Hohlraum gelassen werden sollte (Gerspach (24)). Lediglich als Fundamentmaterial kann Eisenbeton (Roots-Haupt-Hartwigk (62) verwendet werden.

Ziegelstein: Von vielen Autoren wird er als Mittel der Wahl beim Stallbau angesehen. Ober (55) sieht lediglich den hohen Fugenanteil, der den Wärmeschutz beeinträchtigt und die lange Austrocknungszeit bei der Verarbeitung als nachteilig an. Von Vorteil ist seine Feuer- und Wetterfestigkeit, sein guter Wärmeschutz und der sehr niedrige Dauerfeuchtigkeitsgehalt. Die Angaben über die durchschnittliche Stärke einer Ziegelwand sind bei den einzelnen Autoren fast gleich; es verlangen Zorn (79), Dahmen (12), Dinkhauser (15) 38 cm (1,5 Steine), Ober (55) je nach Klimaanlage 36,5 - 49 cm. Dahmen (12) weist darauf hin, daß die Wände in Ställen stärker sein müssen als in menschlichen Behausungen, da im Kuhstall nicht geheizt wird.

c. Stallboden

Ein Stallboden muß nach Klimmer (40) und Lauff (45) folgenden Forderungen genügen:
Er muß sein

1. eben, um Druckstellen beim Liegen zu vermeiden,
2. warm, um Erkältungskrankheiten zu vermeiden,
3. undurchlässig, damit nicht Harn und Kot sich darin festsetzen können, die Stalluft durch Bildung von schädlichen Gasen verdorben und Krankheitserregern ein günstiger Nährboden geboten wird,
4. rauh, um das Ausrutschen der Tiere zu verhindern,
5. dauerhaft, um nicht immer wieder erneuert werden zu müssen.

Grundfalsch ist in jedem Fall ein Zement- oder Betonboden, denn er ist immer kalt und bedingt laufend Aufzuchtverluste, die im Schweinestall besonders verheerende Ausmaße annehmen können. Nach Stietenroth (72 a) ist die Wärmeableitung von diesen Böden am größten. Goldinger (25) beobachtete, daß Tuberkulose, Abortus Bang, Akonzeption und Klauenleiden in Stallbauten mit Betonmauern, Betondecke und nasser Stallwand vermehrt auftreten. Er stellte weiter fest, daß Betonlager ohne isolierende Auflage genauso wirken. Holz hält er zwar für "fußwarm", aber für hygienisch

bedenklich, da es nicht undurchlässig ist; Ziegelböden schwanken seiner Meinung nach zu sehr im Feuchtigkeitsgehalt.

Nach Zorn (79) eignen sich für die Lagerplätze der Tiere am besten:

1. hartgebrannte, gewöhnliche Ziegelsteine
2. hartgebrannte Ziegelhohlsteine (spez. Stallbodensteine)
3. Harrizitsteine (nicht unbedingt für Schweine)
4. Spezialsteine, die geprüft sind
5. Bitumen und Asphaltauflage (nicht für Schweine).

Dinkhauser (15) hält Backstein, Hohlstein, Holzklotz- und Harrizitpflaster für geeignet. Für Harrizit, Ziegel oder Klinker sprechen sich auch aus: Brüggemann (7), Gerspach (24), Heinze (29), Jentsch (34), Mally (47), Schmidt und Kliesch (67), Miessner und Schoop (49). Ausführung des Stallbodens nach Zorn (79) und Dinkhauser (15): Der Boden wird entsprechend tief ausgehoben; auf den Erdboden kommt zunächst eine Schicht von 25 cm Koks- oder Kohleschlacke, darauf Asphaltpappe und auf diese dann der entsprechende Belag.

Siebold (70) hält es für empfehlenswert, auf die festgestampfte Schlackenschicht eine 10 cm hohe Leichtmagerbetonschicht, darauf eine 3 cm Sandschicht und hierauf die Hartbrandziegel anzubringen.

Holzbohlen und Holzbalken sind auch nach Reich (58) nicht als Bodenbelag zu verwenden.

d. Stalldecke

Sie muß folgende Anforderungen erfüllen: feuersicher, wärmedämmend, trocken und dunstsicher sein. Als Baumaterial für Stalldecken eignet sich nach Zorn (79) und Schreiber (80) am besten Holz, da es die nach Lauff (45) wichtigste Eigenschaft der Ventilationsfähigkeit einer Decke erfüllt. Die Nachteile einer Holzdecke bestehen in ihrer geringen Feuersicherheit und Dichtigkeit, (Frank (20), Klimmer (40)). Letztere Eigenschaft wirkt sich besonders ungünstig auf die meist darübergelagerten Futtervorräte aus. Die Porosität erhöht nach Rolle (61) die Ventilationsfähigkeit der Holzdecke, die er als "Lunge des Stalles" bezeichnet. Die Gefahr des Faulens des Holzes ist nach Dahmen (12), Miessner und Schoop (49) nur in schlecht durchlüfteten Stallungen oder bei der Verarbeitung von feuchtem Holz gegeben. Ebenso sind nach diesen Autoren Decken aus Bimshohl-

körpern sehr gut. Während Schreiber (80) die Betondecke wegen der Kondenswasserbildung rundweg ablehnt, hält Zorn (80) diese bei guter Be- und Entlüftung des Stalles für durchaus geeignet. Besonders günstig ist es nach Dinkhauser (15) und Gerspach (24), um Futterverluste durch Stallgase zu vermeiden, den oberen Deckenabschluß durch Lehmschlag gut wärmeerhaltend zu gestalten. Es ist auch darauf zu achten, daß die Deckenfläche während der kalten Jahreszeit sicher und ausreichend bedeckt bleibt. Ist dies nicht der Fall, so entsteht an den leeren Stellen an der Decke leicht Schwitzwasserbildung.

e. Fenster, Belichtung und Türen.

Die Voraussetzung für Hygiene und gesundes Allgemeinbefinden der Tiere ist eine ausreichende Versorgung mit Licht. Goldinger (25) stellt fest, daß Tbc, Bang und Akonzeption in Ställen mit geringer absoluter und relativer Fensterfläche vermehrt auftreten. Ein Maß für die Lichtversorgung stellt das zahlenmäßige Verhältnis zwischen Fenster- und Bodenfläche dar. Darüber werden folgende Angaben gemacht:

Dahmen (12) Klimmer (14) Rolle (61) Zorn (79)	1 : 15 - 1 : 20
Gerspach (24)	1 : 12 - 1 : 20
Heinze (29)	1 : 20 - 1 : 15
Dinkhauser (15) Ober (55)	1 : 20
Schmidt und Kliesch (67)	mindestens 1 : 15
Vogel (76)	" 1 : 15

Da große Fenster einen hohen Wärmeverlust bedeuten, darf die Fensterfläche nach Cords-Parchim (11) umso größer sein, je wärmedämmender das Material der Außenwände ist.

Außer dem Verhältnis der Fenster-/Bodenfläche spielt für die Bestrahlung eines Raumes die Himmelsrichtung der Fensterfront eine entscheidende Rolle. Nach Stietenroth (72 a) erhält eine Südfront 100 % mehr Licht als eine Nordfront. Die günstige Wirkung von weiß gestrichenen Wänden und

Decke auf die Verteilung des Lichtes im Stall muß beachtet werden (Lauff (45)). Fenster dienen in erster Linie der Lichtversorgung und haben als zusätzliche Funktion die Lüftung des Stalles mit zu regulieren. Kippfenster (Klimmer (40)), die unmittelbar unter der Decke angebracht sind, um die verbrauchte Luft abzuleiten und damit auftretende Zugluft über die Tiere wegstreicht, sind als Zusatzlüfter besonders geeignet. Die horizontale Drehachse der Kippfenster befindet sich am unteren Rand. Die äußere Fensterbank sollte ein Gefälle von 30 % (Gerspach (24)) aufweisen, damit sich das niederschlagende Schwitzwasser nicht ansammelt, sondern ablaufen kann. Zu diesem Zweck empfiehlt derselbe Autor das Anbringen einer Sammelrinne unter dem Fenster, sowie einen Schlitz von 5 - 6 mm. Um das Lagern von Stallgeräten auf dem inneren Sims zu vermeiden, sollte diesem eine abfallende Schräge gegeben werden.

Türen: Beim Bau eines Stalles ist nach Ober (54) daran zu denken, möglichst wenige Türen anzubringen. Die beste Lösung stellt seiner Meinung nach ein Stall mit zwei Türen dar, wobei er eine Innentür, durch die das Futter hereingebracht wird und eine Außentür zum Ausfahren des Mistes empfiehlt. Neben sicherem Verschluß hat die Tür auch noch die Aufgabe, den Stall vor dem Eindringen von Regen, Schnee, Wind, Kälte und Hitze zu schützen (Ober (53)). Die Tür sollte so angeschlagen werden, daß sie nach außen aufgeht, wodurch sie bei auftreffendem Wind in den Blendrahmen hinein und nicht herausgedrückt wird (Ober (53)). Eine nach innen aufgehende Tür behindert den Verkehr im Raum und ist in Brandfällen besonders im Wege. Schon aus diesem Grund sollte sie nach Gerspach (24) und Klimmer (40) vermieden werden.

Zorn (79) und Gerspach (24) empfehlen die Holzdoppeltür, die aus einem inneren und äußeren Flügel besteht. Zwischen beiden Türen ist eine Wärmedämmschicht anzubringen, wodurch die Zugluftgefahr vermieden wird. Häufig angetroffen und empfohlen werden Türen, deren Oberteil gesondert geöffnet werden kann. Sie bieten bei geöffnetem Oberteil den Vorteil einer guten Lüftung, bei gleichzeitigem Schutz vor dem Ausbrechen eventuell losgerissener Tiere. Größer als notwendig sollen die Türen nie sein, da sie wenig Wärmeschutz bieten und die Lüftung erheblich erschweren. Deshalb fordert Stietenroth (72 a), daß die Gesamttürfläche nie mehr als 0,5 m^2/GVE betragen soll. Die von den einzelnen Autoren angegebenen Maße von Stalltüren schwanken ziemlich stark. Höhen über 2,1 m beziehen sich auf Pferdestalltüren.

Autor	Breite	Höhe
Dahmen (12)	1,25 m	2,1 m
Gerspach (24)	1,20	2,0
Heinze (29)	1,40	2,4
Jentsch (34)	1,00	2,1
Mally (47)	1,30 - 1,60	2,2 - 2,5
Nusshag (52)	1,25	2,0
Ober (53)	0,90 - 1,00	1,9
Schmidt u. Kliesch (67)	-	2,1 - 2,5
Seilnacht (68)	1,20	2,2

4. Belüftungsanlagen

A. Kräfte zum Betrieb von Belüftungsanlagen

a. Schwerkraft

Einen wesentlichen Faktor für die Luftbewegung im Stall stellt die Schwerkraft dar. Die Gewichtsdifferenz zwischen warmer und kalter Luft bedingt die Bewegung insofern, als die einströmende kalte Luft nach unten zieht und die erwärmte Luft nach oben entweicht. Relative Ruhe herrscht in einem geschlossenen System erst dann, wenn die gesamte in ihm befindliche Luft dieselbe Temperatur aufweist. Je höher aber die Temperaturdifferenz ist, um so größer wird die Luftgeschwindigkeit im Abluftschacht, die außerdem noch vom Querschnitt des Schachtes und den Reibungsverlusten abhängig ist. Da also Abluftschächte von der Temperaturdifferenz abhängen, ist ihre Brauchbarkeit nicht im ganzen Jahr dieselbe. Während sie in den Monaten Januar, Februar, März, November und Dezember in etwa zufriedenstellend arbeiten, müssen in den übrigen Monaten andere Hilfsmittel mit zur Stallentlüftung herangezogen werden.

b. Windkraft

Ihre Bedeutung als Bewegungskomponente beruht darauf, daß der Wind auf der Luvseite einen Druck ausübt und somit die Luft durch Undichtigkeiten der Wände in den Stall hineingepreßt wird, so daß auf der Leeseite ein Sog entsteht, der nach Ober (55) 1/3 des Überdruckes ausmacht. Die

Windkraft hat bei der Stallbelüftung niemals alleinige Bedeutung, da sie sich zu oft ändert. Sie ist aber als Zusatzkraft zu berücksichtigen. Ober (55) empfiehlt doppelreihige Ställe deshalb in Nord-Süd-Richtung, einreihige in Nord-Ost-Richtung anzuordnen, da man dadurch eine zu starke Auskühlung vermeidet.

c. Elektrokraft

Als Antriebskraft für Lüfter stellt sie die zuverlässigste Energiequelle dar. Sie arbeitet unabhängig von Stallklima und Außentemperatur und hat nur den einen Nachteil, daß sie Geld kostet. In letzterem liegt wahrscheinlich der Grund, daß sie sich bis heute noch nicht durchgesetzt hat. Da vielerorts irrtümlicherweise angenommen wird, eine derartige Anschaffung und der Betrieb einer solchen Anlage sei zu kostspielig, scheint der Landwirt die Ausgabe zu scheuen. Demgegenüber muß betont werden, daß die Anschaffungs-, Installations- und Einbaukosten nach Ober (55) ca. 20 - 30 % niedriger sind als bei den Be- und Entlüftungsanlagen aus Holz. Für den Ventilator spricht ferner sein geringer Platzbedarf, sowie die Tatsache, daß bei seinem Einbau keine Decken- und Dachdurchbrüche erforderlich sind. Der größte Vorteil aber ist seine Fähigkeit, das ganze Jahr über ein gleichmäßiges Stallklima zu gewährleisten.

B. Arten von Belüftungsanlagen

Grundsätzlich muß die Frischluft von oben zugeführt werden, da Kaltluft, die vom Boden aus in den Stall dringt, die Tiere direkt treffen und auf Grund ihrer Schwere am Boden bleiben würde und somit zu große Temperaturunterschiede im Stall entstünden. Von oben eingeführte Frischluft sinkt dagegen allmählich ab und erwärmt sich.

Als Belüftungsanlagen im Stall dienen:

a. Tonrohre oder kleine Aussparungen unmittelbar unter der Decke, an zwei sich gegenüberliegenden Seiten. Sie sind, da sie im Winter auf Grund der Zugluftgefahr meist mit Stroh oder alten Lumpen verstopft werden, für die Lüftung des Stalles kaum von Bedeutung. Da sie zudem auch noch meist zu klein sind, hält Nusshag (52) sie für unzureichend, um damit eine ordentliche Lüftung zu gewährleisten. Auch nach Ober (55) sind diese Rohre für die Lösung der Stalluftfrage nicht geeignet, zumal meist keine Entlüftungseinrichtung vorhanden ist.

b. Fensterlüftung. Fenster reichen als alleinige Lüfter nicht aus, ihre vollkommene Entfernung in der warmen Jahreszeit kann jedoch den Stall weitgehendst entlüften. Die große Gefahr im Winter besteht bei alleiniger Fensterlüftung darin, daß die einströmende Kaltluft bei ungünstiger Aufstallung eine Gefahr besonders für das Euter der frischmelkenden Kühe darstellt. Auch die "Pendelfenster", die eine gewisse Selbstregulierung haben, sind nur von begrenzter Bedeutung.

c. Futterwürfe. Krüger (42) trifft bei seinen Untersuchungen häufig Futterluken an, die als Entlüftungsanlagen dienen. Die Luftzufuhr in solchen Ställen geschieht durch offene Oberlichter. Der Nachteil einer solchen Anlage liegt darin, daß Futtervorräte durch die verbrauchte Stalluft verdorben werden.

Auf alle bisher erwähnten Lüftungsanlagen kann der Wind hemmend oder fördernd einwirken. Um die hemmende Wirkung auszuschalten, muß die Luftabführung aus dem Stallraum hinaus über den Dachfirst gelegt werden. Hierzu sind Abluftschächte erforderlich (Ober (55)).

d. Abluftschächte. Ihr Wirkungsmechanismus wurde bereits bei der Schwerkraft beschrieben. Bei ihrer Anordnung ist zu berücksichtigen, daß die CO_2-reichere Luft im Stall sich unmittelbar unter der Decke befindet, so daß die Schächte zu ihrer Ableitung nicht etwa wie in Kellern bis auf den Boden geführt werden müssen. Auch ist die Feuchtigkeit unter der Decke größer, da die Temperatur hier um 4 - 7 °C höher liegt als am Stallboden. Kugler (43) zeigt anhand verschieden weit in Ställe hinabreichender Dunstschlote, daß der Deckenschlot eine konstantere und um 54 % höhere Luftwechselgeschwindigkeit aufweist als der Bodenschlot.

Stietenroth (72 a) verlangt, daß die Ausmündung am zweckmäßigsten oberhalb des Dachfirstes erfolgt, da sich der Auftrieb der erwärmten Stallluft um so günstiger auswirkt, je höher die Ausmündung der Abluft über der Einmündung der Zuluft liegt. Shier (69) ist der Meinung, daß der Abluftschacht den Dachfirst um mindestens 60 cm überragen sollte, damit der Wind von allen Seiten Zugang hat, da dessen Geschwindigkeit ein wesentlicher Faktor für das richtige Funktionieren des Abluftschachtes ist.

Nach Stietenroth (72 a) soll der Querschnitt eines Abluftschachtes zwischen 40 x 40 - 100 x 100 cm betragen. Die Wandung muß dicht,

glatt und wärmedämmend sein, damit die aufsteigende Stalluft nicht zu schnell abkühlt, wodurch Schwitzwasser an den Wänden entsteht, das dann in den Stall abtropfen kann.

Als Abschluß fordern Shier (69) und Zorn (79) ein möglichst flaches Dach, das an seiner Unterseite isoliert ist. Es soll in einer Höhe, die der Hälfte des Schachtquerschnittes entspricht, über dem Luftaustritt angeordnet sein. Dadurch entstehen große Ausströmungsquerschnitte an allen vier Seiten. Damit aber die Schwerkraft auch bei Windstille gut arbeiten kann, ist es notwendig, die Querschnitte der Zuluftkanäle so zu bemessen, daß ein ausreichender Luftwechsel stattfindet. Während Cords-Parchim (11) für die Querschnitte der Zuluftkanäle nur einen Bruchteil des Abluftquerschnittes fordert, da durch Fugen und Risse unkontrollierbare Zuluft ebenfalls in den Stall einströmt, verlangt Shier (69) für beide Kanäle denselben Querschnitt. Er empfiehlt, Türen, Wände und Fenster abzudichten, um diesen unkontrollierbaren Luftzutritt so weit als möglich auszuschalten.

In der Praxis wird man beim Einbau von Abluftschächten sich immer nach den Gegebenheiten richten müssen. Eine Beratung durch die einschlägigen Institute ist in diesem Fall besonders zu empfehlen.

e. Ventilatoren mit Thermostat. Sie stellen die ideale Belüftungsanlage dar, sind aber wie bereits unter "Elektrokraft" erwähnt, in der Praxis nur selten anzutreffen, obwohl sie außer der dort erwähnten Vorteile noch den Vorzug haben, unabhängig von jeglicher menschlichen Unzulänglichkeit zu sein.

5. Einrichtung und Hygiene des Stalles und der Tiere

Um dem Arbeitskräftemangel in der Landwirtschaft wirksam entgegenzutreten, müssen die Fütterungsvorrichtungen so beschaffen sein, daß die Ration einer Mahlzeit den Tieren in einem Arbeitsgang gereicht werden kann. Für Kraftfutter und Rüben genügen dafür Krippen, die heute hauptsächlich als durchgehende Krippen, selten als Einzelkrippen angetroffen werden. Krippen sind in den Flachställen fest mit dem Bauwerk verbundene Schalen. Nach Roots-Haupt-Hartwigk (62) eignen sich besonders solche, die durch Längsspaltung entsprechender Röhren gewonnen werden; glasierter, gebrannter Ton dient dabei als Material. Als Krippendurchmesser geben Roots-Haupt-Hartwigk (62) 40 - 50 cm an; nach denselben Autoren wird einer

Schale, deren Boden ein wenig gewölbt oder gar eben ist, der Vorzug gegeben. Der tiefste Punkt soll zwischen mittlerem und hinterem Drittel liegen.

Zur Aufnahme von Massenfuttermengen wurden zwei Lösungen erdacht. Einmal wird eine schräg nach außen gerichtete Fläche an der hinteren Krippenwand angebracht, die vom Futtergang aus beschickt wird, zum anderen wird der vor der Krippe liegende Futtergang zum Futtertisch erhoben. Er ist etwas höher als die Krippe und hat ein leichtes Gefälle zur Krippe hin.

Getränkt werden die Tiere heute fast ausschließlich mittels Selbsttränken, wodurch sie ihren vollen Wasserbedarf nach Belieben decken können. Goldinger (25) stellte fest, daß durch das Krippentränken eine deutliche Vermehrung der Tuberkulose auftrat. Auch Roots-Haupt-Hartwigk (62) hält diese Form des Tränkens für unzureichend. Das Tränken mittels Eimer erfolgt zu unregelmäßig und stellt eine Arbeitsbelastung dar, die heute nicht mehr tragbar ist.

Durch die Haltung der Tiere in Ställen kommen diese in engste Berührung mit ihren Exkreten; da die natürlichen reinigenden Kräfte, die den im Freien lebenden Tieren zugute kommen, im Stall nicht mehr wirksam sind, muß der Mensch die Pflege der Tiere übernehmen. Durch sie soll verhindert werden, daß die Reaktionsfähigkeit der Haut, deren vornehmste Aufgabe die Wärmeregulation ist, herabgesetzt wird.

Das "Putzen" der Tiere erfolgt mit Kardätsche und Striegel, hinzu kommen nach Roots-Haupt-Hartwigk (62) für Pferde noch Bürste, Mähnenkamm, Schweißmesser und Hufräumer in Frage. Mit der Kardätsche wird die Haut in Richtung des Haarstriches gebürstet; am Striegel soll dann die Kardätsche nach jedem Strich gereinigt werden. Nach Roots-Haupt-Hartwigk (62) kann der Striegel beim Rind nur mit größter Vorsicht verwendet werden. Stark verschmutzte Stellen sollten vorsichtig mit warmem Wasser aufgeweicht und abgewaschen werden. Die Autoren empfehlen, Pferde täglich einmal außerhalb des Stalles zu putzen; bei den Rindern genügt, sofern sie auf einem Kurz- oder Mittellangstand stehen, eine zweimal wöchentlich durchgeführte Reinigung. Backhaus (zit. nach Roots-Haupt-Hartwigk (62) stellte fest, daß durch regelmäßiges Putzen die Leistung um 1 kg Milch pro Tier und Tag gesteigert werden kann.

Schweine werden im allgemeinen nicht geputzt. Ein Suhlebad wirkt reinigend.

Goldinger (25) stellte bei seinen stallklimatischen Untersuchungen fest, daß sowohl die Tuberkulose als auch das seuchenhafte Verkalben häufiger in unhygienischen Stallungen auftraten als in sauberen. Der Bau von nach Tierarten getrennten Ställen wird vielfach in der Literatur angeregt. Rolle (61) sieht in einer Tiergemeinschaft Pferd und Rind eine große Gefahr. Er weist auf die Möglichkeit der gegenseitigen Übertragung des Erregers des seuchenhaften Verwerfens hin. Von dieser Krankheit kann auch der im Stall beschäftigte Mensch befallen werden.

II. Die Wechselwirkung zwischen Stallklimakomponenten und der Leistung, sowie den Krankheiten der Haustiere

1. Temperatur

Die Frage nach dem Zusammenhang zwischen CO_2-Gehalt und Temperatur wird von den Autoren verschieden beantwortet. Märker (48) fand in Ställen mit einer optimalen Temperatur meistens einen Kohlendioxydgehalt von 0,2 - 0,4 %. Er schloß daraus auf eine Beziehung zwischen diesen beiden Faktoren. Diese Ansicht wird jedoch von Lehmeyer (46) und Deutsch (13) widerlegt, die bei ihren Untersuchungen keinen derartigen Zusammenhang feststellen konnten.

Unsere Haustiere müssen als Warmblüter ihre Körpertemperatur gleichmäßig zwischen 38 - 40 °C halten. Die Energiequelle dafür stellt die Futterverbrennung im Körper dar. Da meist eine Differenz zwischen der höheren Eigentemperatur und der niedereren Außentemperatur besteht, geben die Tiere einen Teil ihrer Energie als Wärme nach außen ab. Dieser ist bei ungünstigen Verhältnissen sehr beträchtlich und geht auf Kosten des Wachstums. Von besonderer Wichtigkeit ist die Temperatur im Schweinestall. Kalich (35) konnte anhand eines Versuches beweisen, daß die bisherige Annahme, eine Temperatur von 10 - 12 °C sei im Schweinestall richtig, nicht stimmt.

Während Klimmer (40)	für Zuchtschweine	15 - 17 °C
	für Mastschweine	12,5 - 15 °C
Ober (55)	für Zuchtschweine	12 - 14 °C
	für Mastschweine	10 °C

Roots-Haupt-Hartwigk (62)	für Zuchtschweine	10 - 14 °C
	für Mastschweine	8 - 12 °C
Zorn (79)	für Zuchtschweine	8 - 12 °C
	für Mastschweine	10 - 12 °C

für richtig halten, fordert Kalich (35) auf Grund seiner Versuchsergebnisse

1. für Schweine von 40 - 80 kg eine Temperatur von 20 °C
2. für Schweine von 80 - 110 kg eine Temperatur von 15 °C.

Clausen und Gerwig (9) erfuhren anhand einer Rundfrage, daß Dänemark das einzige europäische Land ist, in dem überhaupt ein Temperaturunterschied zwischen Anfangs- und Endmast angestrebt wird.

Ebenso wie zu niedrige Temperaturen die Leistungen eines Tieres herabsetzen, so ist dies auch bei zu hohen der Fall, weshalb man auch bemüht ist, den Tieren bei Hitze Erleichterung zu schaffen. Jackson (33) wies 1938 nach, daß bei einer Temperatur über 38,3 °C die Benutzung einer Suhle den Appetit und die Futterverwertung der Tiere steigert. Andrew, Culver und Conrad (2) konnten auch nachweisen, daß bei Temperaturen über 29 °C diejenigen Tiere ca. 155 - 181 g täglich mehr zunahmen, die durch Nebelspray abgekühlt wurden. Wesentlich jedoch ist auch die Temperatur der Abkühlungsmöglichkeit. So wurden Tieren zwei Wasserbecken zur Verfügung gestellt, von denen das eine beschattet, das andere unbeschattet war. Es konnte festgestellt werden, daß zwar der Futterverbrauch der "beschatteten" Tiere höher war, ihre Futterverwertung jedoch weit günstiger lag als die der "unbeschatteten". Von Garret, Bond und Kelly (23) wurde ebenfalls beobachtet, daß das im Schatten liegende Becken zwischen 10 und 17 Uhr viermal häufiger frequentiert wurde, als das der Sonne ausgesetzte. Sie konnten ferner feststellen, daß bei einer Wassertemperatur von 35 °C und darüber, die Schweine nicht mehr lange badeten, sondern sich nur rasch abkühlten, um sich dann wieder in den Schatten zurückzuziehen.

Die Versuche von Bray und Singletary (3) zeigten bei den Schweinen eine tägliche Mehrzunahme von 0,18 kg, denen eine Suhle zur Verfügung stand, gegenüber einer Kontrollgruppe ohne Abkühlungsmöglichkeit. Kalich (35) prüfte im Sommer 1959 in einem Versuch die oben erwähnten Aussagen nach und kam zu folgenden Ergebnissen: Die Tiere der Gruppe, der eine Abkühlungsmöglichkeit gegeben war, nahmen während der 80 Tage dauernden Versuchszeit insgesamt 657,6 kg zu. Ihr Futterverbrauch lag bei

2760,9 kg, die tägliche Gewichtszunahme betrug 0,822 kg, ihre Futterverwertung 4,197 kg/ kg Körpergewicht. Die Kontrollgruppe ohne Bademöglichkeit zeigte hingegen folgende Ergebnisse: Gewichtszunahme 576 kg, mittlerer täglicher Futterverbrauch je Tier 3,24 kg, mittlere tägliche Gewichtszunahme 0,72 kg und eine Futterverwertung von 4,5 kg/ kg Körpergewicht. Den finanziellen Gewinn errechnete Kalich (35) mit 8,2 DM pro Tier. Interessant ist in diesem Zusammenhang auch das Ergebnis der Berechnungen von Hazen (27); er stellte fest, daß jährlich in den USA bis zu 4 Millionen gespart werden könnten, wenn jeder amerikanische Schweinehalter die Stalltemperatur im Hochsommer (Außentemperatur zwischen 27 - 29 °C) nur um 1 °C herabsetzen würde.

Die Ansichten über die Höhe der Temperatur im Rinderstall gehen noch weit auseinander; es fordern:

Dahmen (12)	15 °C
Dinkhauser (15)	16 - 18 °C
Jentsch (34)	12 - 20 °C
Kalich (36)	5 - 15,6 °C
Klimmer (40)	12,5 - 17,5 °C
Märker (48)	12 - 15 °C
Nusshag (52)	12 - 15 °C
Rolle (61)	7 - 14 °C
Roots-Haupt-Hartwigk (62)	10 - 14 °C
Stietenroth (72 a)	10 - 20 °C
Traub (74)	12 - 18 °C

Ober (55) empfiehlt eine mittlere Stalltemperatur von 10 °C, wobei er aber ausdrücklich einen niederen Feuchtigkeitsgehalt und große Reinheit der Luft fordert.

Grundsätzlich ist das Rind im Gegensatz zum Schwein viel weniger kälteempfindlich, da es ein dickes Haarkleid besitzt (zit. nach Kalich (36)). Durch die in ihm eingeschlossene Luft wirkt dieses wärmeisolierend und wärmekonservierend. Versuche über den Einfluß niederer Temperaturen auf Leistung und Futterbedarf der Tiere haben gezeigt, daß der sich steigernde Stoffwechsel positiv auf die Gewichtszunahme und Milchleistung auswirkt. Nach Dice (14) zeigen Tiere, die im Freien gehalten werden, eine höhere Gewichtszunahme als die im Stall. Ein zu starkes Absinken der Temperatur beeinträchtigt die Leistung natürlich negativ. So konnte Popoff (57) zeigen, daß die Milchleistung von Kühen mit durchschnitt-

lich 9 - 11 kg täglich um 0,6 - 1,0 kg sinkt, wenn die Tiere in einem Stall mit einer Durchschnittstemperatur von 2 - 3 °C gehalten werden; der ansteigende Milchfettgehalt allerdings kompensiert diesen Verlust bis zu einem gewissen Grade. Kelly und Rupel (38) verbrachten bisher im Stall, bei einer Außentemperatur von - 8 °C gehaltene Tiere ins Freie und konnten einen Milchrückgang pro Tier und Tag um 400 g feststellen.

Nicht alle Rinderrassen reagieren gleich auf einen Temperaturrückgang. Brody (4), Cobble (10) und Hermann (10) stellten fest, daß Jersey-Rinder schon bei 0 °C weniger Milch geben, während bei Holstein-Kühen selbst bei - 15 °C noch kein Milchrückgang beobachtet werden konnte. Der Milchrückgang bei den Jersey-Kühen wird allerdings von einer Milchfettzunahme begleitet; bei einem Absinken der Temperatur von + 16 °C auf - 2,7 °C steigt der Milchfettgehalt von 5,4 % auf 6 %. Dieselben Autoren untersuchten die Wirkungen von hohen Temperaturen auf die Leistung der Tiere und kamen zum Ergebnis, daß die Milchmenge bei Holstein-Kühen bereits bei + 26,6 °C um 50 - 70 % zurückging, während ein derartiger Milchrückgang bei Jersey sowie bei der braunen Schweizer Rasse erst bei einer Temperatur von über 29,3 °C beobachtet werden konnte. Am leistungsstabilsten erwiesen sich bei diesem Versuch die Brahmankühe, die selbst bei 42 °C in der Milchleistung nicht nachließen.

Brooks und Hays (5) stellten einen Rückgang des Milchfettgehaltes bei steigender Temperatur fest. Oesterlee (56) konnte beobachten, daß die Tiere weniger Milch gaben, sobald die Umgebungstemperatur über 16 - 17 °C anstieg. Auch Kalich (36) ist auf Grund vieler Versuchsergebnisse der Meinung, daß sich ein Ansteigen der Umgebungstemperatur noch negativer auf die Milchleistung auswirkt als niedrige Temperaturwerte.

Auf Grund dieser Versuchsergebnisse halten

Popoff (57):	3 - 4 °C für die niedrigste Temperatur im Rinderstall
Kibler und Brody (39):	4 - 15 °C für die neutrale Stalltemperaturzone bei Jersey- und Holstein-Kühen,
Shier (69):	4,4 - 18 °C für die Temperatur, bei der sich Kühe im Winter behaglich fühlen können. Jedoch macht er darauf aufmerksam, daß plötzliche Schwankungen auch innerhalb dieses Temperaturbereiches zu vermeiden sind.

Schildbach (65) konnte feststellen, wie gefährlich Temperaturstürze für die Gesundheit der Tiere sind. Er wies nach, daß sich mit einer erstaunlichen Regelmäßigkeit Euterentzündungen nach Temperaturstürzen einstellen und stimmt damit mit Kalich (37) überein, der beobachtete, daß Mastitiden am häufigsten während oder nach starken Regenfällen eintraten.

Da also eine zu hohe Temperatur sich im Rinderstall schädlicher auswirkt als eine zu niedrige, rät Zorn (79), bei der Berechnung des Wärmehaushaltes nicht ausschließlich die Temperatur zu berücksichtigen. Er warnt davor, beim Einbau von Be- bzw. Entlüftungsanlagen zu große Zugeständnisse an die Höhe der Temperatur zu machen.

2. Feuchtigkeit

Die Luft enthält stets eine gewisse Menge Wasserdampf. Die Aufnahmefähigkeit der Luft für Wasserdampf steigt mit zunehmender Temperatur. Von einer Sättigung spricht man dann, wenn die Luft kein Wasser mehr aufnehmen kann; der Sättigungsdruck ist für die jeweilige Temperatur das Höchstmaß an aufnehmbarem Wasserdampf. Als relative Feuchte bezeichnet man das Verhältnis zwischen dem tatsächlich vorhandenen Feuchtegehalt und dem bei der jeweiligen Temperatur möglichen. Die absolute Luftfeuchtigkeit wird in g/m^3 Luft angegeben und gibt den tatsächlichen Wassergehalt der Luft an. Die Ursache der Stalluftfeuchtigkeit ist einerseits die durch Atmung und den Stoffwechsel bedingte Wasserdampfabgabe der Tiere, die Verdunstung ihrer Exkremente und das eventuell vorhandene Stallwasser. Zum anderen spielen das Außenklima, die Lüftungsintensität und die Innentemperatur des Stalles eine Rolle für die Feuchtigkeitshöhe. Da die Höhe der Stalluftfeuchtigkeit von der Höhe der Temperatur abhängig ist, fordert Cords-Parchim (11) folgende Werte:

bei	8 °C	85 %	relative Feuchte
"	10 °C	80 %	" "
"	12 °C	80 %	" "
"	14 °C	75 %	" "
"	16 °C	70 %	" "

Die höchstzulässige relative Feuchte setzen die einzelnen Experten verschieden fest. Es fordern:

Ober (55)	70 %
Zorn (79) und Stietenroth (72 a)	75 - 80 %
Rolle (61), Schmidt und Kliesch (67)	85 %

Bei hoher Luftfeuchte und Temperatur sind die Tiere nicht mehr in der Lage, ihren Wärmeüberschuß durch Verdunstung abzugeben, was eine Wärmestauung im Tierkörper bedingt. Ein derartiges Stallklima beeinflußt die Futteraufnahme und -verwertung negativ und setzt die Abwehrkraft des Tieres herab. Ist die Luftfeuchte hoch, die Lufttemperatur hingegen niedrig, so wird dem Tierkörper zu viel Wärme entzogen, da feuchte Luft ein guter Wärmeleiter ist. Feuchtkalte Stalluft macht die Tiere anfällig für Erkältungs- und Infektionskrankheiten.

Schwankungen von 3 - 28 % der Luftfeuchtigkeit bleiben nach Rubner (63) auf den Wärmehaushalt des Körpers ohne Einfluß. Zu beachten ist, daß die Leistungsfähigkeit des Menschen bei 33 ^{o} C und 24 % rel. Feuchte doppelt so hoch ist als bei 33 ^{o} C und 60 % rel. Feuchtigkeit. Auch erwähnt Rubner (63), daß man leichter bei 25 ^{o} C und 50 % relativer Feuchte arbeitet als bei 17 ^{o} C und 87 % rel. Feuchtigkeit.

Nicht nur das Wohlbefinden und die Leistungen der Tiere werden in einem Stall mit zu hoher Luftfeuchtigkeit sehr stark beeinträchtigt, auch das Baumaterial wird durch das bei hoher Luftfeuchte auftretende Schwitzwasser allmählich zerstört. Schwitzwasser ist nach Stietenroth (72 a) lediglich ein Zeichen ungenügender Wärmedämmung. Die Bildung von Schwitzwasser kann durch die Verwendung von wärmedämmendem Material herabgesetzt werden, was aber den tatsächlichen Feuchtegehalt des Stalles nur wenig ändert. Die Gefahr liegt meiner Ansicht nach gerade darin, daß der Bauer glaubt, aus der Tatsache, daß sich in seinem Stall kein Schwitzwasser zeigt, auf ein gutes Stallklima schließen zu können. Dies beobachtet auch Frank (20) in einem scheinbar trockenen Stall, dessen tatsächlicher Feuchtigkeitsgehalt viel höher war als der eines feucht erscheinenden Stalles.

3. Abkühlungsgröße

Dieser Faktor hat erst in jüngster Zeit Eingang in die Tiermedizin gefunden. Man versteht darunter die von einem Quadratzentimeter Oberfläche eines Körpers in einer Sekunde abgegebene Wärmemenge. Die Maßeinheit dafür ist mcal/cm^{2} sec. Die Abkühlungsgröße wird mittels Katathermometer festgestellt. Da bei der Messung der Abkühlungsgröße die 3 Komponenten:

Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftbewegung berücksichtigt werden, ist eine objektive Beurteilung des Behaglichkeitsgrades gegeben. Dorno und Loewy (16) haben folgende Beziehung zwischen Empfindung und Abkühlungsgröße gefunden.

Empfindung	Abkühlungsgröße (mcal/cm^{2}sec)
unangenehm kalt	20
kalt	15
angenehm kalt	12
kühl	10
angenehm kühl	7,5
angenehm warm	5,0
heiß	2,5

Über die Brauchbarkeit der Abkühlungsgröße in der Tiermedizin gehen die Meinungen noch auseinander. Während Buxtorf (8) und Fuhrimann (22) auf Grund ihrer Untersuchungsergebnisse die Abkühlungsgröße zur Bewertung des Stallklimas mit herangezogen haben wollen, glaubt Münsterer (51) aus der Abkühlungsgröße keine Schlüsse auf das Stallklima ziehen zu können. Als Grenzwerte gibt Fuhrimann (22) für die Abkühlungsgröße bzw. Windgeschwindigkeit folgende Werte an:

	Minimum	Maximum
Abkühlungsgröße	7,0	9,5
Windgeschwindigkeit	0,10 m/sec	0,16 m/sec.

4. Luftbewegung

Die Bedeutung der Luftbewegung für die Wärmeregulierung liegt nach Dorno (16) darin, daß sie einen Reiz auf die Hautnerven ausübt und dadurch die Blutfülle der Haut beeinflußt. Dieser Hautreiz ist nach Süpfle (73) in gewissen Grenzen gesundheitsfördernd.

Eine Luftbewegung entsteht immer dann, wenn zwei ungleich temperierte Luftmassen auf Grund ihres verschiedenen spezifischen Gewichtes sich gegeneinander verschieben. Im Stall ist die Luftbewegung abhängig (nach Honold (31)) von:

a) der Außenluftbewegung
b) der Temperaturdifferenz zwischen Außen- und Stalluft
c) den vorhandenen Lüftungsanlagen.

Bei zu niedriger Luftbewegung im Stall, die ein Zeichen von schlechter Lüftung ist, wird die Stalluft bald verbraucht sein, d. h. sauerstoffarm und kohlendioxydreich, zudem mit Wasserdampf gesättigt. Zugluft entsteht im Stall dann, wenn zwei gegenüberliegende Fenster oder Türen offenstehen. Die dadurch bedingte starke Luftbewegung erhöht die Wärmeabgabe durch Leitung, da immer wieder kältere Luftmassen an den Tierkörper herangetragen werden. Hat die neu eintretende Luft einen geringen Feuchtigkeitsgehalt, so fördert sie durch ihre Wasseraufnahmefähigkeit die Verdunstung. Der Tierkörper wird also bei Zugluft einseitig abgekühlt, was nach Honold (31) auf Grund der Störung im thermoregulatorischen Zentrum Unbehagen hervorruft; gleichzeitig wird dadurch die natürliche Abwehrkraft des Körpers herabgesetzt, wodurch Erkältungs- und Infektionskrankheiten auftreten können. Goldinger (25) stellt fest, daß in schlecht belüfteten Ställen Tbc, Abortus Bang, Akonzeption und Klauenleiden häufiger auftreten als in gut gelüfteten. Von großer Bedeutung ist die Luftzirkulation, die mittels Lüftungseinrichtungen geregelt werden kann.

Shier (69) bezeichnet eine Frischluftzufuhr von 1698 l/min pro Kuh, 424 l/min pro Sau und 339,6 l/min pro Ferkel als ausreichend. Der Bedarf von Mastschweinen ist geringer als der von Sauen.

5. Kohlendioxyd

Entstehung des Kohlendioxyds im Stall:
Der Kohlendioxydgehalt der Außenluft beträgt im Mittel nach Roots-Haupt-Hartwigk (62) 0,03 Vol.%. Quellen für die Kohlensäure im Stall sind erstens die Tiere selbst. Sie scheiden ständlich pro Kuh Körpergewicht im Ruhezustand aus:

Pferd	300 cm^3 CO_2
Rind	320 cm^3 "
Schwein	336 cm^3 "

Bei schwerer Arbeit kann die CO_2-Ausscheidung selbst das Doppelte dieser Werte überschreiten (Rolle (61)). Zweitens entsteht Kohlendioxyd bei den im Mist vor sich gehenden Fäulnisprozessen. Dies wies Deutsch (13) nach, der in einem unbesetzten Pferdestall einen um 0,045 % höheren CO_2-Gehalt fand als in der Außenluft. Nach Nusshag (52), Zorn (79)

und Roots-Haupt-Hartwigk (62) ist der CO_2-Gehalt ein Maßstab für die Lüftungsintensität eines Raumes. Die Forderungen der Humanmedizin sind in der Veterinärmedizin niemals zu erfüllen. Pettenkofer (56 a) gibt als Maximalwert für Wohnungen einen Gehalt von 0,1 % an. Die Werte, die in der Tiermedizin verlangt werden, liegen zwischen 0,2 und 0,3 %.

Es fordern:

Lehmeyer (46)	0,3 %
Rolle (61)	0,2 %
Roots-Haupt-Hartwigk (62)	0,3 %.

Ober (55) stellt fest, daß in schlecht gelüfteten Ställen sogar ein Gehalt von 0,7 % gemessen werden kann. Färber (18), der seine Untersuchungen in Ställen des Bayerischen Waldes durchführte, konnte einen durchschnittlichen CO_2-Gehalt von 0,95 % feststellen. Die Kohlensäure ist nach Frank (20), Schmidt (65) und Stietenroth (72 a) unter der Decke immer in stärkerer Konzentration als im übrigen Raum vorhanden, obwohl das CO_2 schwerer als die Außenluft ist. Dieser scheinbare Widerspruch erklärt sich damit, daß das CO_2, innig mit der warmen Ausatmungsluft vermischt, infolge deren geringeren spezifischen Gewichtes nach oben steigt.

Den Mittelwert des Kohlendioxydgehaltes ergeben nach Voit (77) Messungen, die 1 m über dem Boden durchgeführt werden. Die Bedeutung der Kohlendioxydmessungen beruht darauf, daß der CO_2-Gehalt einen Indikator für die Luftbeschaffenheit darstellt. Die gesundheitsschädliche Wirkung der Kohlensäure in höherer Konzentration wurde lange Zeit stark überschätzt. Selbst die Einatmung von Luft mit 2,5 - 3,0 % CO_2 verursacht keine Beschwerden. Erst ein CO_2-Gehalt über 4 % bedingt beim Menschen Störungen, während ein Pferd selbst noch bei einem CO_2-Gehalt von 7,8 % am Leben bleibt, dabei allerdings eine starke Dispnoe zeigt. Daß sich verbrauchte Stalluft, also eine solche mit hohem CO_2-Gehalt, ungünstig auf die Leistung der Tiere auswirkt, geht aus den Untersuchungen von Reischl (59) hervor. Bei den Tieren, die einer Luft von 0,23 - 0,31 % CO_2 ausgesetzt waren, lag die Milchleistung um 441 l und der Fettgehalt um 0,11 % höher als bei solchen, die in einer Luft von 0,36 - 0,45 % CO_2-Gehalt lebten. Die Schäden entstehen aber nicht durch einen hohen CO_2-Gehalt (soweit er unter 1 % liegt), sondern infolge Ansteigens der Luftfeuchte und Luftwärme.

Roots-Haupt-Hartwigk (62) messen deshalb den Ergebnissen von Temperatur- und Feuchtemessungen bei der hygienischen Beurteilung der Luft weit mehr Bedeutung zu.

Bestimmung der Kohlensäure:

a) nach Pettenkofer (56 a), titrimetrisch indem $Ba(OH)_2$, das nicht an CO_2 gebunden ist, zurücktitriert wird;

b) mit dem Drägerschen Gasspürgerät.

6. Ammoniak und Schwefelwasserstoff

Ammoniak wird nach Miessner und Schoop (49) als Gradmesser für die Sauberkeit der Ställe bezeichnet. Das sich schon durch seinen unangenehm stechenden Geruch bemerkbar machende NH_3 reizt die Augenbindehaut und die Schleimhäute des Respirationsapparates, wodurch Infektionserreger hier leicht angreifen können. Auch die Tatsache, daß Ammoniak leicht Mauersalpeter bildet, der dann von den Tieren abgeleckt, zu Magen-Darm-Störungen führen kann, ist ein Grund, die Bildung dieses Gases zu verhindern. Über den Gehalt an Ammoniak gehen die Meinungen auseinander. Während Deutsch (13) 0,5 Vol.‰ NH_3 für nicht gefahrlos hält, ist er nach Klimmer (40) unschädlich. Der Gehalt an Ammoniak schwankt nach Ruder (64) im Stall zwischen 0,013 - 0,017 Vol. ‰.

Schwefelwasserstoff, den man normalerweise in Ställen nicht antrifft, entsteht bei Fäulnisprozessen und riecht derart unangenehm, daß er schon in kleinsten Mengen wahrgenommen wird. 0,05 % H_2S. der manchmal in Ställen, die mit einer Abortgrube verbunden sind, vorhanden ist, ruft nach Rolle (61) Vergiftungserscheinungen hervor, während Mengen über 0,1 % bereits zum Tod durch Ersticken führen.

C. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

I. Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Mitten im Herzen des württembergischen Oberlandes, dem Land zwischen Alpen und Bodensee im Süden und dem Südrand der Alb, sowie der Donau im Norden, liegt die ehemals freie Reichsstadt Biberach an der Riß. Sie ist heute Große Kreisstadt, der zu ihr gehörige Landkreis steht mit einer Fläche von 1024,52 km^2 flächenmäßig an zweiter Stelle nach dem Landkreis Aalen in Baden-Württemberg. Nach der Einwohnerzahl geordnet allerdings steht der Kreis erst an 30. Stelle (Früh (21)). Dies läßt auf eine große landwirtschaftliche Nutzfläche schließen. Das Kreisgebiet, zu dem 87 Gemeinden gehören, grenzt:

im Süden an die Kreise Wangen und Ravensburg
im Westen an den Kreis Saulgau
im Nordwesten an den Kreis Ehingen
im Norden an den Kreis Ulm.

1. Bevölkerung

In der älteren Steinzeit gehören die frühesten Spuren der Besiedlung des Untersuchungsgebietes (Bruder (6)). An der Schussenquelle wurden Funde gemacht, die auf eine Bevölkerung schließen lassen, die ihren Lebensunterhalt durch Jagen und Sammeln bestritten hat. Eine bäuerliche Bevölkerung trifft man nach Weller (78) im Neolithikum im Federseegebiet, im Steinhauser Ried und um die Schussenquelle an. Während bis um etwa 800 v. Chr. die Bevölkerung sich in den Moorgegenden ansiedelte, vertauschte sie diese mit höher gelegenen Plätzen zu diesem Zeitpunkt. Der Grund dafür war die einsetzende feuchte Klimaperiode. Räter und Ligurer bewohnten vor der großen Keltenwanderung das Gebiet, das von Helvetiern in Dörfern und Einzelhöfen bis zum Jahr 100 v. Chr., als sie sich nach Süden zurückzogen, besiedelt wurde. Im Jahre 15 v. Chr. kamen die Römer ins Kreisgebiet und erschlossen dieses. 260 n. Ch. eroberten die Allemannen das Gebiet und bauten die von ihnen zerstörten römisch-keltischen Siedlungen wieder auf. Die Namen dieser Orte enden auf: -beuren, -stadt und -mauern. Unter den Allemannen begann die große Rodungszeit, die bis ins 13. Jahrhundert andauerte. In ihrem Anfang wurden Ortschaften, die mit -hausen und -hofen

enden, gegründet. Eine Siedlung umfaßte 10 - 12 Sippen, die in einer Hundertschaft zusammengefaßt waren. Das Gewann- und Haufendorf mit großer Markung entstand. Weiler und Einzelhöfe wurden beginnend mit dem 5. und 6. Jahrhundert als eine Folge der Bevölkerungszunahme gegründet. Nachdem Reichsland unter Friedrich II. unter die Bauern aufgeteilt wurde, bildeten sich um Leutkirch herum 800 Siedlerstellen. Davon wurde der Südteil des heutigen Untersuchungsgebietes betroffen, der ins Allgäu überleitet. In der Zeit von 1750 - 1820 erreichte nach Flad (19) die Arrondierung bzw. Vereinödung ihren Höhepunkt, aber auch sie blieb im großen und ganzen auf den Südteil beschränkt.

Entstehung des heutigen Kreises Biberach:
Während der Kaiserzeit gehörte das heutige Kreisgebiet zur Reichslandvogtei "Ober- und Niederschwaben". Nachdem dieses Gebiet mehrmals an Österreich verpfändet wurde, gehörte es von 1541 - 1665 zu Österreich. Zu diesem Zeitpunkt fiel es, nach Erlöschen der Tiroler Nebenlinie des Hauses Österreich, an Kaiser Leopold zurück. Vom 12. Jahrhundert bis zur Säkularisation hatten die fünf Klöster Ochsenhausen, Rot a. d. Rot, Schussenried, Heggbach und Warthausen große Bedeutung. 1810 entstand das Königreich Württemberg, das Kreisgebiet gehörte seit diesem Zeitpunkt dazu. Der heutige Kreis zählte zu dem Donaukreis und war auf die Oberämter Biberach, Laupheim, Waldsee, Leutkirch und Ehingen verteilt.

Im Dritten Reich wurde der Kreis Biberach in seiner heutigen Form geschaffen (Stälin (zit. n. Früh 21) (71)).

2. Industrie und Landwirtschaft im Kreisgebiet

Bis zu Beginn des 20. Jahrhunderts war der Kreis Biberach hauptsächlich landwirtschaftlich orientiert. Die Bevölkerung, die nicht in der Landwirtschaft beschäftigt war, arbeitete entweder in den zur Landwirtschaft gehörenden Handwerksbetrieben oder als Händler für die landwirtschaftlichen Erzeugnisse. Der Anteil der einzelnen Beschäftigungszweige stellt sich nach Früh (21) wie folgt dar:

1895	Landwirtschaft	56,6 %
	Industrie und Gewerbe	26,1 %
	Handel und Verkehr	5,8 %
	Sonstige	11,5 %

	Landwirtschaft	34,4 %
	Industrie und Gewerbe	33,2 %
1950	Handel und Verkehr	7,7 %
	Öffentliche Dienste und Dienstleistungen	24,7 %
	Berufslose Selbständige	15,1 %

Hieraus geht deutlich hervor, wie stark die Industrie zugenommen und welchen Rückgang die Landwirtschaft zu verzeichnen hat. Erwähnt sei noch, daß sich die Industrie in jüngster Zeit nicht nur auf die größeren Ansiedlungen konzentriert, sondern auch bis in die kleineren, früher rein landwirtschaftlichen Orte gelangt ist. Diese Entwicklung ist m.E. zu begrüßen. Vielen landwirtschaftlichen Grenzbetrieben ist dadurch die Möglichkeit gegeben, nebenher etwas zu verdienen und somit die Mittel für den An- bzw. Umbau alter, unhygienischer Stellung zu bekommen.

Konzentration der Industrie:
Betrachtet man die Verteilung der Industrie im Kreisgebiet, so stellt man fest, daß sie im Norden und Westen des Kreises stärker aufs Land vorgedrungen ist als im Südosten und Süden des Kreisgebietes, wo sie sich hauptsächlich auf die Städte konzentriert. Hieraus geht hervor, daß die da liegenden Gemeinden sich um größten Teil aus landwirtschaftlichen Betrieben zusammensetzen. Aus diesem Grund führte ich die stallklimatischen Untersuchungen vorwiegend da durch.

Bei der Aufteilung der im Kreisgebiet hergestellten Produkte (Früh (21)) finden wir die Milchverwertung an zweiter Stelle. Dies zeigt, wie bedeutend die Tierhaltung im Kreisgebiet ist.

Zum Punkte Arbeitskraft sei gesagt, daß im Kreis Biberach die gleiche Situation herrscht, wie im ganzen Land Baden-Württemberg. Die Industrialisierung und die mit ihr verbundene Landflucht haben lt. statistischem Landesamt in den Jahren 1949 - 1958 einen Rückgang von 29,4 % der Familienarbeitskräfte in der Landwirtschaft bedingt. Dieser starke Rückgang an landwirtschaftlichen Familienarbeitskräften hat die Landwirtschaft zur Automation und Arbeitsvereinfachung gezwungen. Steht nun einem Betrieb nur noch eine männliche Arbeitskraft zur Verfügung, so ist es auch wichtig, daß z.B. die Hilfsmittel zur Regulierung des Stallklimas möglichst automatisch arbeiten. Eine Belüftungsanlage, die immer wieder eingestellt werden muß, bedeutet eine zu große zusätzliche Arbeitsbelastung, die dem Landwirt nicht zugemutet werden kann. Auch ist ihr Wert dadurch gering, daß sie aus oben genannten Gründen nicht regelmäßig bedient wird.

Im Kreisgebiet bewirtschaften nach Früh (21) 47 % aller landwirtschaftlichen Betriebe eigenes Land; Pachtland wird hauptsächlich von kleineren landwirtschaftlichen Anwesen bebaut.

Die Herkunft des Pachtlandes schlüsselt sich folgendermaßen auf:

Privat	67, 7 %
Gemeinde	11, 1 %
Bund, Land, Kreis	10, 0 %
Kirchen	6, 7 %
sonstige jur. Personen	4, 5 %.

a. Die Betriebsgröße ist seit Jahrzehnten ziemlich konstant, da hier das sog. Anerbrecht nach Röhm (60) herrscht, wobei der geschlossene Hof an den Erben übergeht. Laut landwirtschaftlicher Betriebszählung von 1949 bewirtschaften 7816 Betriebe über 0, 5 ha eine gesamte land- und forstwirtschaftliche Nutzfläche von 96 101 ha, so daß die durchschnittliche Betriebsgröße bei 12, 3 ha liegt. Die gesamte Nutzfläche hat sich in den letzten Jahren durch die industrielle Expansion etwas verringert. Die Betriebe gliedern sich wie folgt auf:

Betriebsgröße in ha	Anzahl in %
0, 5 - 2	13, 8
2 - 5	24, 9
5 - 10	29, 1
10 - 20	20, 7
20 - 50	11, 5
50 - 100	0, 6
über 100	0, 1

Klammert man die forstlich genutzte Fläche aus, so ergibt sich folgendes Bild:

Größe in ha	Anzahl in %
0, 5 - 2	1, 3
2 - 5	8, 9
5 - 10	22, 5
10 - 15	17, 8
15 - 20	12, 3
20 - 50	32, 4
50 - 100	2, 7
100 - 500	1, 7
500 -1000	0, 2

Dabei ist zu bemerken, daß der Kreis Biberach zur Produktionsgruppe IV nach Hesse (28) mit nur befriedigenden Ertragsbedingungen gehört, in der die Lebensgrundlage von Betrieben bis zu 10 ha landwirtschaftl. Nutzfläche schwach ist. Da aber nach Früh (21) 53,1 % aller Betriebe zwischen 2 - 10 ha landwirtschaftliche Nutzfläche bewirtschaften, ist die im vorhergehenden Abschnitt aufgezeigte Industrialisierung auf dem Dorf unbedingt zu begrüßen. Von der gesamten Betriebsfläche werden rund 70 % landwirtschaftlich genutzt. Während im nordwestlichen Teil Gemeinden mit über 90 % landwirtschaftlicher Nutzfläche liegen, gibt es im südöstlichen Kreisgebiet viele Gemeinden, bei denen die landwirtschaftliche Nutzfläche weniger als 50 % ausmacht. Interessant ist ferner das Verhältnis von Acker- zur Wiesenfläche. Während sich im Norden des Kreises zwei Gemeinden befinden (Bronnen und Oberbalzheim), die ein Verhältnis Acker/Wiese von 1 : 0,7 aufweisen, gestaltet sich dieses in Rot a. d. Rot im Süden des Kreises wie 1 : 3. Dies erklärt sich aus den klimatischen Gegebenheiten. Diese gleichen in Rot a. d. Rot denjenigen des Nachbarkreises Wangen i. Allgäu, so daß Rot bereits zum Allgäu gezählt werden kann. Das Verhältnis Getreide/Hackfrucht und Feldfutter ist im ganzen Kreis fast dasselbe. Nach der "Übersicht der vorkommenden Bodennutzungssysteme im Bundesgebiet" kann man im Kreis Biberach drei Anbausysteme unterscheiden:

im Norden	Getreide-Hackfruchtbau
i. d. Mitte	Getreide-Futterbau
im Süden	Futterbau.

Da die Südecke des Kreises vorwiegend Grünlandbetriebe aufweist, wurden dort in 6 Gemeinden die meisten stallklimatischen Untersuchungen durchgeführt, während im nördlichen Kreisgebiet nur 1 Gemeinde berücksichtigt wurde.

b. Viehwirtschaft

Rindviehhaltung

Sie spielt im Kreisgebiet eine ganz entscheidende Rolle und ist in den letzten Jahren stark intensiviert worden. Wurden 1950 74 490 Rinder gezählt, so waren es 1956 schon 82 550, wobei die jährliche Zuwachsquote sehr verschieden ist, was durch die Tbc-Sanierung bedingt ist. 1957 gab es laut Bericht des tierärztlichen Untersuchungsamtes Stuttgart noch keine tbc-freie Gemeinde. Zu erwähnen ist ferner noch, daß die Zahl der Rinder, die als Milch- und Arbeitstiere genutzt werden, in diesem Zeitraum 50 % abgenommen hat. 1957 wurden 40 % mehr "Nur-Milchkühe" gehalten

als 1950. Dadurch hat der Stall als Lebensraum der Tiere noch mehr an Bedeutung gewonnen. Verließen doch früher wenigstens die Arbeitskühe für eine kurze Zeit den Stall, so sind viele Tiere heute dazu "verurteilt", ihre ganzes Leben im Stall zu verbringen. Der GVE-Besatz von 120, 8 / 100 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche ohne Schweine zeigt ferner, wie intensiv die Rinderhaltung im Untersuchungsgebiet ist.

Schweinehaltung

Auch sie hat seit 1950 stark an Bedeutung gewonnen. Die Zahl der Schweine hat von 1950 - 1956 um 42, 6 % zugenommen, wobei der Anstieg bei den Muttertieren besonders stark ist (Früh (21)). Insgesamt waren es 1956 67490 Schweine.

Hühnerhaltung

Sie ist nicht allein auf die landwirtschaftlichen Betriebe beschränkt und ist in den letzten Jahren mehr in den Vordergrund getreten. 1956 wurden in 9 519 Haushaltungen Hühner gehalten. Von 1952 - 1957 konnte eine Zunahme von 30 % verzeichnet werden.

Pferdehaltung

Sie ist wie überall auch im Kreis Biberach durch die fortschreitende Technisierung in der Landwirtschaft stark zurückgegangen. Noch 1950 wurden 7 000 Pferde gehalten, während es 1956 nur mehr 5 370 waren. Die Abnahme war in den Jahren 1954 - 1956 am stärksten. Von 1956 an hat sich die Zahl kaum mehr verändert, so daß kein wesentlicher Rückgang mehr zu erwarten ist.

Die Zunahme an Schleppern hat im erwähnten Zeitraum entsprechend zugenommen. 1953 war der Bestand mit 1 696 Schleppern um 77, 2 % höher als 1950. Von dem ganzen Bestand wurden nur 5, 5 % als Gemeinschaftsschlepper gehalten.

Für die Rindviehhaltung ist ferner von Bedeutung, daß die Zahl der Gärfutterbehälter zwar stark zugenommen hat, 1958 jedoch laut Landwirtschaftsamt Biberach erst etwa 2, 5 m^3 Siloraum pro Kuh zur Verfügung standen.

c. Flurbereinigung

Auf Grund der Tatsache, daß sich die landwirtschaftliche Nutzfläche der bedeutendsten Betriebsgrößen (5 - 10, 10 - 20 ha) aus 10 - 20 Teilen zusammensetzt, ist die Flurbereinigung eine vordringliche Maßnahme zur Produktionssteigerung und wird nach Früh (21) von den Landwirten sehr begrüßt. Daß der Norden des Kreises stärker an der Flurbereinigung interessiert ist als der Süden, läßt sich auf die große Zahl von Einödbetrieben im Süden zurückführen.

In den letzten Jahren wurden mehrere Betriebe aus geschlossenen Ortschaften in die Feldmark ausgesiedelt.

3. Geologische Untersuchungen im Kreise Biberach

Das Untersuchungsgebiet hat an folgenden Landschaften Anteil: Die Rissgrundmoräne und die Rissmoräne mit teilweise deutlichen Endmoränenzügen zu beiden Seiten der tief eingeschnittenen Riss im Raume Biberach. Nördlich schließt sich an diese Landschaft die Schotter- und Tertiärlandschaft an, die in das Donautal übergeht. Im Osten folgt auf die Rissend- und Grundmoräne bis zur Iller die Deckenschotterlandschaft nördlich von Ochsenhausen und die Holzstöcke, schmale von Norden nach Süden ziehende Riedel der altdiluvialen Schotterflächen. Im Süden hat das Kreisgebiet Anteil an der Rissmoräne und der Schotterlandschaft Wurzach/Zeil, im Westen an der Rissmoräne von Bellamont und dem Hochgeländ. Im Südwesten bildet die in das Kreisgebiet hineinragende Jungendmoräne der Würmeiszeit die europäische Wasserscheide; diese verläuft entlang der südlichen Kreisgrenze, so daß sämtliche Wasserläufe im Kreis nach Norden fließen.

Im ganzen gesehen stellt das Kreisgebiet ein Tertiärbecken dar, dessen Meeres- und Süßwasserablagerungen von Gletscherschutt und dem fluvioglacialen Schotter der vier Eiszeiten überdeckt sind (Früh (21)).

4. Böden des Kreises Biberach

Aus den geologischen Gegebenheiten und den klimatischen Verhältnissen resultieren die Böden und hieraus wieder die landwirtschaftlichen Verhältnisse. Sehr selten sind die Tertiärböden, die fast ausschließlich dem Ackerbau dienen. Die Endmoräne dient mit ihrer sehr tiefgründigen Verwitterungs-

decke hauptsächlich dem Ackerbau; sind verhältnismäßig viele grobe Blöcke beigemengt, so tritt der Wald an die Stelle des Ackers. Die Diluvialböden stellen dadurch, daß sie immer weiter verwittern, wobei die Auswaschung des Kalkes und die Anreicherung der Feingemengteile des Geschiebelehms, der sehr mineralreich, wasserdurchlässig und krümelig locker ist, die ideale Grundlage für einen intensiven Ackerbau dar. Die Böden des Aluviums sind in Humus- und Mineralböden unterteilt, sie zeichnen sich durch ihre ebene Lage aus. Die Mineralschotter bilden fast durchwegs steile Hänge und sind landwirtschaftlich uninteressant; sie sind bewaldet. Dasselbe gilt für die Steilhänge des Rissvorstehschotters. Die Hochmoore des Kreises werden landwirtschaftlich nicht genutzt, während die Niederungs- und Flachmoore durch Kultivierung in Weideland umgewandelt wurden und zum Teil noch werden (Früh (21)).

5. Klima

Das Kreisgebiet gehört klimatisch zum Alpenvorland, so daß die nach Gradmann (26) für dieses Gebiet beschriebene zunehmende Kontinentalität mit verschärfter Winterkälte anzutreffen ist. Dabei ist zu beachten, daß der Norden des Kreises auf Grund seiner Lage im Wind- und Regenschatten der schwäbischen Alb eine geringere Niederschlagsmenge aufweist als die Südecke des Kreises, die bereits zur "voralpinen Klimazone mit höheren Niederschlägen" gehört; dies zeigte sich auch in der vorhergegangenen Beschreibung der landwirtschaftlichen Struktur des Kreisgebietes.

a. Temperatur

Die Stalltemperatur steht in unmittelbarem Zusammenhang mit der Außentemperatur, so daß die Kenntnis derselben zur Deutung der Untersuchungsergebnisse unbedingt erforderlich ist.

Die Temperatur weist im gesamten Kreisgebiet keine besonderen Schwankungen auf und bewegt sich, wie langjährige Messungen ergaben, zwischen + 7 °C und + 8 °C jährlicher Durchschnittstemperatur, wobei die Temperatur im Südosten des Kreises geringfügig niedriger ist als im übrigen Kreisgebiet.

Die mittlere Jahresschwankung beträgt 18, 5 - 19 °C. Da die "Lüftungsbereitschaft" der Bauern von der Außentemperatur abhängt, ist es wichtig, die monatliche Durchschnittstemperatur zu kennen, um zu wissen, wann stallklimatische Untersuchungen am besten durchgeführt werden können.

Das Monatsmittel beträgt nach Mitteilungen des Deutschen Wetteramtes (50)

in Biberach 540 über M. M.

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli
- 1, 8	- 0, 6	+ 3	+ 7	+ 12	+ 15	+ 17 ^{o} C

August	September	Oktober	November	Dezember
+ 16, 1	+ 12, 8	+ 7, 6	+ 2, 9	+ 0, 7 ^{o} C

Jahresdurchschnitt: + 7, 6 ^{o} C.

Die Zahl der Eistage beträgt 30 - 40 im Durchschnitt, wobei im Norden ein Abfall auf 20 Tage zu verzeichnen ist, was sich als eine Auswirkung des Donautales deuten läßt. Frosttage werden durchschnittlich 100 bis 120 gezählt, wobei der erste Frosttag im Mittel der 15.10., der letzte meist der 29.4. ist. Stallklimatische Untersuchungen werden also am besten von Oktober bis April durchgeführt.

b. Niederschläge

Eine ebenso große Rolle wie die Temperatur spielt für das Stallklima die Niederschlagsmenge und die mit ihr verbundene Außenluftfeuchtigkeit.

Das Kreisgebiet ist mit einem Durchschnitt von über 800 mm Jahresniederschlagsmenge als niederschlagsreich anzusehen. Interessant sind dabei die Schwankungen innerhalb des Kreisgebietes, die bereits oben erwähnt wurden. So beträgt nach Unterlagen des Wetteramtes Stuttgart (75) der Jahresdurchschnitt in:

Schemmerberg (Norden)	733 mm
Ochsenhausen (Mitte)	827 mm
Rot a. d. Rot (Süden)	935 mm.

In allen 3 Gemeinden wurden stallklimatische Messungen durchgeführt.

25 - 45 Gewitter suchen jährlich das Kreisgebiet heim und üben ihren Einfluß auf das Stallklima aus. Denn um dem plötzlichen Temperatursturz und der bei jedem Gewitter auftretenden Zugluftgefahr auszuweichen, werden die Türen und Fenster kurz vor Gewitterbeginn geschlossen; die Stalluft verschlechtert sich. Vergißt nun der Bauer nach dem Gewitter die Fenster zu öffnen, so haben wir für mehr oder weniger lange Zeit auch im Sommer ungünstige Verhältnisse im Stall in Bezug auf Temperatur, Feuchte und CO_2-Gehalt. Ferner treten bei Temperaturstürzen Mastitiden vermehrt auf (Kalich (37)).

II. Material und Technik

1. Allgemeines

In den Monaten Februar, März und Dezember 1960, sowie im August 1961 führte ich die Untersuchungen im Kreisgebiet durch. Die Sommermessungen 1960 durchzuführen war nicht möglich, da zu der Zeit Maul- und Klauenseuche herrschte und die ohnehin skeptischen Landwirte mir nicht erlaubt hätten, die Stallungen zu betreten. Um einen möglichst großen Überblick über die stallhygienischen Verhältnisse des Kreisgebietes zu bekommen, wurden sowohl im grünlandärmeren Norden als auch im grünlandreicheren Süden Messungen gemacht.

Im Süden besuchte ich folgende Gemeinden des Kreises:

Rot a. d. Rot
Erlenmoos
Steinhausen a. d. Rot
Rottum
Ochsenhausen
Reinstetten.

Im Norden des Kreises wählte ich die Gemeinde Schemmerberg.

Die Ställe in Rot a. d. Rot waren mir schon von meiner Tätigkeit als Praxishelfer bei dem dortigen praktischen Tierarzt bekannt. Die Ställe der Gemeinde Schemmerberg kenne ich seit frühester Jugend. Die Auswahl traf ich im großen und ganzen willkürlich, wobei ich jedoch darauf bedacht war, den tatsächlichen Prozentsatz an neuen Ställen zu erfassen.

Erwähnen möchte ich noch, daß die Untersuchungsergebnisse bereits heute teilweise überholt sind, da die Messungen zum Schluß der Tuberkulosesanierung durchgeführt wurden und einige alte Ställe in der Zwischenzeit umgebaut bzw. durch Neubauten ersetzt worden sind. Bei den mir bekannten Landwirten konnte ich ohne weiteres die Messungen durchführen, während viele der übrigen mir rundweg den Zugang zu ihren Ställen trotz Empfehlung des Landwirtschaftsamtes verweigerten. Einige dagegen baten mich um Ratschläge beim Einbau von Be- bzw. Entlüftungsanlagen. Die meisten waren daran interessiert, ein möglichst günstiges Stallklima zu schaffen.

100 Ställe wurden untersucht, die sich wie folgt aufgliedern:

40 Schweineställe
37 Rinderställe
23 Gemischtställe.

An bautechnischen Daten wurden notiert:

1. Lage des Stalles im Hinblick auf die Hauptfensterfront
2. Größe des Stalles in m^3 bzw. Luftraum pro GVE
3. Anzahl und Gesamtgröße der Fensterfläche
4. Verhältnis von Fenster-/Bodenfläche
5. Anzahl der Türen
6. Aufstallungsform
7. Futtertisch und Futterkrippe
8. Belüftungsanlagen und Luft- bzw. "Futterlöcher"
9. Baumaterial
10. Anzahl der Tiere in GVE.

Zur Feststellung des Stallklimas wurden untersucht:

1. Temperatur
2. Luftfeuchtigkeit
3. Abkühlungsgröße bzw. Windgeschwindigkeit
4. CO_2-Gehalt

Ferner machte ich Notizen über die Art des hygienischen Allgemeinzustandes und das Auftreten von Krankheiten in den Ställen.

2. Beschreibung der Geräte und des Meßvorganges

a. Luftfeuchtigkeit und Temperatur

Um diese beiden Komponenten des Stallklimas zu ermitteln, bediente ich mich des Lambrechtschen Polymeters. Dieses besteht aus einem Quecksilberthermometer und einem Haarhygrometer. Um die Genauigkeit des Hygrometers zu wahren, ist es erforderlich, dieses etwa alle 14 Tage zu eichen. Zu diesem Zweck umwickelt man es 30 Minuten lang mit einem feuchten Tuch. Sollte sich dann der Zeiger auf der Skala nicht auf 95 bzw. 96 % einstellen, so muß dies mittels der hierfür vorgesehenen Korrekturschraube geschehen. Die Luftfeuchtigkeit wird an der Skala in Prozenten abgelesen.

Die Feuchtigkeit und Temperatur wurden in der Mitte des Stalles, bzw. in einigen Fällen an mehreren Stellen gemessen. Das Gerät befestigte ich an

einem Fotostativ. Vor der Messung habe ich das Polymeter, wie Reich (58) es empfiehlt, auf die Stalltemperatur erwärmt, um Kondenswasserbildung am kalten Gerät zu verhindert. Die Temperatur wurde am Quecksilberthermometer abgelesen.

b. Abkühlungsgröße und Windgeschwindigkeit

Zu ihrer Bestimmung benützte ich das Katathermometer. Dies ist ein Alkoholthermometer mit einem großen Alkoholgefäß. Vor dem Messen wird es in ein Wasserbad von 60 - 80 ^{o} C eingetaucht, das ich in einer Thermosflasche mit mir führte. Das Gerät wird so lange im Wasser belassen, bis die am oberen Ende des Gefäßes angebrachte Kugel fast bis zur Hälfte ihres Volumens mit der Anzeigeflüssigkeit gefüllt ist. Hiernach wird es sorgfältigst abgetrocknet und am Messungsort schwingungsfrei aufgehängt. Als Aufhängevorrichtung des Katathermometers benützte ich ein Fotostativ, an dem ich das Katathermometer mittels Drahthaken befestigte. Die Abkühlungsgröße wurde entweder hinter den Tieren gemessen oder aber an verschiedenen Stellen, wenn deutliche Unterschiede im Stall herrschten. Da durch die Abkühlung die Alkoholsäule wieder nach unten sinkt, wird nun die Zeit gestoppt, die die Alkoholsäule benötigt, um von der oberen Markierung am Gerät bis zur unteren zu gelangen. Dieses Absinken kommt einer Abkühlung von 38 ^{o} C auf 35 ^{o} C gleich. Um nun die Abkühlungsgröße zu ermitteln, wird die Gerätekonstante durch die gestoppte Zeit dividiert.

$$AKG = \frac{\text{Gerätekonstante}}{\text{gestoppte Zeit (sec)}}$$

Die Gerätekonstante, eine vom Material abhängige Größe, betrug bei dem von mir benutzten Katathermometer 424.

Die Windgeschwindigkeit wird entsprechend den gefundenen Werten für die AKG und die Temperatur aus einer beigefügten Tabelle abgelesen. Fehlerquellen, wie Öffnen und Schließen von Türen, sowie Bewegungen von beunruhigten Tieren, sind natürlich so weit wie möglich auszuschalten.

c. Kohlendioxydmessung

Der CO_2-Gehalt wurde mit dem Drägerschen Gasspürgerät ermittelt, das aus einer leicht zu bedienenden Ansaugpumpe besteht. Während der Betä-

tigung wird die zu untersuchende Luft durch ein in das Instrument eingesetztes Prüfröhrchen angesaugt. Dieses hat einen Meßbereich von 0,1 - 1,0 %. Bevor das Prüfröhrchen eingesetzt wird, werden dessen beide Spitzen an einer sich am Gerät befindlichen Öse abgebrochen. Bei einem Hubakt werden 100 ccm Luft durch das Röhrchen angesaugt. Um den CO_2-Gehalt der Stalluft in Prozenten ablesen zu können, sind pro Röhrchen 5 Hubvorgänge erforderlich. Die CO_2-Röhrchen sind für dieses Gas spezifisch; die Höhe der Gaskonzentration zeigt sich durch eine Violettfärbung im Röhrchen an, die meist elliptisch verläuft, d.h. auf der einen Seite reicht die Verfärbung z.B. bis zur Marke 0,6, auf der anderen dagegen bis 0,4 %. In solchen Fällen wird dann der Mittelwert genommen.

Den CO_2-Gehalt der Stalluft habe ich ermittelt, indem ich in 1 m Höhe hinter den Tieren 3 Hubakte und unmittelbar unter der Decke 2 Hubakte ausführte.

Die Größe des Stalles und der Fenster maß ich mit einem zusammenklappbaren, 2 m langen Meterstab. Sämtliche gefundenen Werte trug ich in ein Formblatt ein, das ich speziell zu diesem Zweck angefertigt hatte.

Die Untersuchungen führte ich in den Tagesstunden durch, zu denen nicht gefüttert wurde, um so das Stallklima zu erhalten, bei dem sich die Tiere die längste Zeit tagsüber aufhalten. Untersuchungen während der Fütterung haben ergeben, daß die Temperatur dann um 1 ^{o} C ansteigt. Auch sind während dieser Zeit Türen und Futterluken geöffnet, so daß andere Windgeschwindigkeiten gemessen werden.

III. Untersuchte Ställe

1. Rinderställe

In 37 Nur-Rinderställen wurden stallklimatische Untersuchungen durchgeführt, wobei zwischen alten (über 25 Jahre) und neuen bzw. umgebauten Ställen unterschieden wurde. Es handelte sich um 19 alte und 18 neue Rinderställe.

Die Hauptfensterfront zeigte bei den neuen Ställen nach Süden, wobei die Südostrichtung vorherrschte (38,89 %). Reine Südlage hatten 33,33 % und eine Südwestlage 27,78 % der Ställe. Bei den alten Ställen war die Südfront zwar in den meisten Fällen als Hauptfront vorhanden (52,3 %), wobei auch hier die Südostrichtung mit 47,36 % dominierte, gefolgt von der Südwestrichtung mit 10,53 % und der reinen Südlage mit 5,26 %; jedoch waren

unter ihnen auch Ställe, die nach Nordost, Nordwest und Norden die Hauptfensterfront hatten und zwar waren es je 10, 53 %, 5, 26 % der alten Ställe hatten ihre Hauptfensterfront an der Ostseite.

Die Forderungen von 20 - 30 m^3 Luft pro GVE, wie sie von mehreren Autoren gestellt werden, waren in 18, 91 % sämtlicher Rinderställe gegeben, wobei 15, 79 % der alten und 22, 2 % der neuen Ställe diese Bedingungen erfüllten. Der größte Teil aller Rinderställe allerdings zeigte einen Luftraum von weniger als 15 m^3/GVE; wobei hier die neuen Ställe mit 44, 44 % vor den alten lagen (42, 11 %). Daß in den neuen Ställen trotzdem bessere klimatische Verhältnisse gefunden wurden, ist auf das Vorhandensein eines günstigen Verhältnisses von Fenster-/Bodenfläche zurückzuführen. Zwischen 15 und 20 m^3/GVE Luftraum stand den Tieren in 36, 84 % der alten und in 27, 78 % der neuen Ställe zur Verfügung. In 5, 26 % der alten und 5, 56 % der neuen Ställe konnte ein Luftraum von über 30 m^3/GVE festgestellt werden.

In der Anzahl der Fenster pro Stall ist der Unterschied zwischen alten und neuen Ställen sehr gering. Während im Durchschnitt pro alten Stall 4, 73 Fenster gezählt wurden, waren es in den neuen 4, 72. Die Fensterfläche allerdings lag mit 5, 86 m^2 pro neuen Stall weit über der des alten Stalles, auf den durchschnittlich nur 3, 72 m^2 Fensterfläche entfielen. Setzt man diese durchschnittliche Fensterfläche zu der durchschnittlichen Stallgröße (neue: 203, 36 m^3, alte: 180, 09 m^3) in Beziehung, so kommen bei den alten Ställen auf 1 m^2 Fensterfläche 48, 41 m^3, bei den neuen 34, 7 m^3 umbauten Stallraum. Vergleicht man in diesem Zusammenhang das Verhältnis von Fenster-/Bodenfläche, so kann festgestellt werden, daß das von Zorn (79) geforderte Verhältnis nur in 31, 58 % der alten, hingegen in 94, 44 % der neuen Ställe gegeben war. Ein Fenster-Bodenflächen-Verhältnis von 1 : 20 - 1 : 30 lag in 47, 37 % der alten Ställe vor. 21, 05 % der alten und 5, 56 % der neuen Ställe wiesen ein Verhältnis von 1 : 30 bis 1 : 40 auf. Als Extremwerte fand ich in einem alten Stall ein Verhältnis von Fenster-/Bodenfläche von 1 : 40, in einem neuen ein solches von 1 : 34. Während der neue Stall, der am besten mit Licht versorgt wurde, ein Verhältnis von 1 : 10 aufzeigte, konnte ich in einem entsprechenden alten sogar ein solches von 1 : 8 feststellen.

An Türen stellte ich sowohl in den neuen als auch in den alten Ställen solche mit getrenntem Oberteil fest. Während die alten Ställe durchschnittlich 2, 94 Türen hatten, waren es bei den neuen 2, 72. Man kann also

im Kreisgebiet einen Zug zum Zwei-Türen-Stall, wie ihn Ober (53) fordert, feststellen. Die von Ober (53) beschriebenen Doppeltüren stellte ich bei meinen Untersuchungen nicht fest.

Die im Kreisgebiet am weitesten verbreitete Aufstallungsform stellt der Mittellangstand dar. Während er in 94,4 % der neuen Ställe vorhanden war, waren es bei den alten nur 57,89 %. In 5,6 % der neuen Ställe und in 42,11 % der alten Ställe standen die Tiere nur auf ebener Erde. Weder Kurz- noch Langstand traf ich im Untersuchungsgebiet an. Ein Absperrgitter mit davorliegendem Futtertisch traf ich in 77,78 % der neuen Ställe an; 22,22 % der neuen Ställe hatten eine Futterkrippe mit daraufgesetztem Absperrgitter und davorliegendem Futtergang.

Die Einteilung der alten Ställe im Hinblick auf diese fütterungstechnischen Einrichtungen ist weit schwieriger. 47,37 % aller alten Ställe zeigten eine Futterkrippe mit aufgesetztem Absperrgitter und davorliegendem Futtergang. In 26,32 % der alten Ställe traf ich einen Futtertisch mit aufgesetztem Absperrgitter an; bei 21,95 % wurde das Futter durch Luken von der Tenne aus in die unmittelbar dahinterstehende Krippe mit Absperrgitter gebracht; in 5,23 % fehlte bei dieser Form das Absperrgitter.

Be- und Entlüftungsanlagen waren insgesamt in 8 Ställen vorhanden, davon befanden sich 3 in alten und 5 in neuen Ställen; diese gliedern sich wie folgt auf:
Kippfenster unmittelbar unter der Decke in 1 alten und in 1 neuen Stall, 2 Luftschächte in 2 neuen Ställen, Tonröhren, bzw. Aussparungen unter der Decke in 2 neuen Ställen und Luft- bzw. Futterlöcher in 2 alten Ställen. In keinem Stall fand ich eine elektrische Belüftungsanlage, obwohl gerade sie in der Lage ist, ein hygienisch einwandfreies Stallklima zu schaffen. Auch ist ihr Betrieb mittels Nachtstrom äußerst billig. In 14 neuen und 15 alten Ställen dienten Fenster, die nicht in Form von Kippfenstern ausgeführt waren, und Türen allein als Belüftungsanlagen, wobei die Fenster in den neuen Ställen meist mehrere Einstellungsmöglichkeiten aufwiesen.

Die Decken waren sehr verschieden ausgeführt. Während 47,37 % der alten Ställe eine Betondecke zeigten, waren es bei den neuen nur noch 12,1 %. Spannbetondecken traf ich in 11,1 % der neuen Ställe, Ziegelspanndecken in 10,53 % der alten und in 16,7 % der neuen Ställe an. Während die Decke in Form des böhmischen Gewölbes in 31,58 % der alten Ställe ge-

baut war, traf ich diese Form in den neuen Ställen nicht mehr an. 11,1 % der neuen Ställe hatten eine Hourdisdecke, 5,26 % der alten und 11,1 % der neuen Decken waren aus Bimshohlblocksteinen gebaut. Holz wurde als Deckenmaterial in 31,58 % der alten und in 38,9 % der neuen Ställe verwendet.

Als Baumaterial für die Umfassungsmauern dienten bei allen alten Ställen Ziegelsteine, während diese beim Bau der neuen Ställe nur noch in 66,67 % Verwendung fanden. An ihre Stelle traten Hohlblocksteine (27,78 %) und Holz (5,55 %). Außenmauern aus Beton oder Natursteinen traf ich im Untersuchungsgebiet nicht an.

In den Rinderställen standen durchschnittlich 11,2 GVE, davon waren in den alten 10,42 GVE, in den neuen 12 GVE anzutreffen.

Die Temperatur im Stall betrug in den alten Ställen durchschnittlich 13,7 ^{o} C, in den neuen 13,8 ^{o} C; sie schwankte zwischen 19 ^{o} C und 11 ^{o} C, wobei im ersten Fall eine Außentemperatur von + 6 ^{o} C, im zweiten Fall eine solche von + 1 ^{o} C gemessen wurde. Da die Außentemperatur im Durchschnitt + 2,4 ^{o} C betrug, war eine Temperaturdifferenz, wie sie zum Betrieb von Be- und Entlüftungsanlagen erforderlich ist, durchaus gegeben. Das Durchschnittsergebnis der Temperaturmessungen kann also als gut bezeichnet werden. Beachtlich ist, daß kein Stall wärmer als 19 ^{o} war.

Die relative Luftfeuchtigkeit im Stall lag bei 89,94 % bei den alten und 80,2 % bei den neuen nicht mehr im Rahmen der von Zorn (79) und Stietenroth (72 a) verlangten 75 - 80 %. Während die neuen Ställe zwar nur um 4,8 % unter der von Rolle (61) geforderten Höchstgrenze von 85 % lagen, überschritt die rel. Feuchtigkeit diese in den alten Ställen sogar um beinahe 5 %. Ganz deutlich zeigt sich hier der Unterschied zwischen alten und neuen Ställen. Während in 26,3 % der alten Ställe eine 100 %ige Feuchtigkeit festgestellt wurde, zeigte das Hygrometer in den neuen Ställen nur einmal eine 98 %ige Feuchtigkeit an. Zurückzuführen ist diese Tatsache m.E. auf die bei den neuen Ställen nicht mehr verwendete Betondecke, sowie die Anwendung von besser wärmedämmendem Material für die Außenwände.

Die in den Ställen gemessene Luftgeschwindigkeit entsprach nur bei 38,98 % der neuen und 26,32 % der alten Ställe dem von Fuhrimann (22) geforderten Optimalwert. 33,33 % der neuen und 57,89 % der alten Ställe lagen darunter, woraus hervorgeht, daß die Ventilationsmöglichkeit in den alten Ställen bedeutend schlechter ist als in den neuen. 27,78 %

der neuen und 15,79 % der alten Ställe zeigten Windgeschwindigkeiten weit über den geforderten Werten. Während die höchsten Werte in beiden Stallarten gleich waren, (0,4 m/sec), betrug die geringste Windgeschwindigkeit in den neuen Ställen 0,05 m/sec, während in mehreren alten Ställen überhaupt kein Wert mehr abgelesen werden konnte. Die hohen Geschwindigkeiten kamen durch Messungen zwischen zwei sich gegenüberliegenden, offenen Fenstern zustande. Die niedrigen Werte wurden in Ställen gemessen, deren Fenster so angeordnet waren, daß beim Öffnen derselben die Gefahr von Luftzug gegeben war, in dessen Folge Mastitiden auftreten können. Deshalb waren die Fenster auch immer geschlossen.

Mit durchschnittlich 0,47 % in den alten und 0,42 % in den neuen Ställen lag der CO_2-Gehalt über der von Märker (48), Dahmen (12) und Klimmer (40) geforderten Norm von 0,3 %. Die Stalluft ist also nach Angaben dieser Autoren als "verdorben" zu bezeichnen. Die Werte schwanken in den neuen Ställen zwischen 0,7 und 0,25 %; in den alten zwischen 0,25 % und 1,0 %. Diese relativ schlechten Werte führe ich darauf zurück, daß die Holzdecke mit ihrer guten Ventilationswirkung noch nicht stark genug verbreitet ist; die Betondecke herrscht immer noch vor und bedingt m.E. diese Werte. Bei einem Vergleich zwischen alten und neuen Ställen zeigt sich nämlich deutlich, daß die Ställe mit Holzdecken bessere Meßergebnisse aufweisen.

Die Messungen in den folgenden Ställen sollen besonders hervorgehoben werden, um zu zeigen, welch günstige Ergebnisse Ställe aufweisen, in denen viel Holz verarbeitet wird. Die Bedeutung der Anordnung der Fenster soll ebenfalls herausgestrichen werden.

1.) Nr. 52 (Rinderstall)
Tag der Untersuchung: 23.3.60
Außentemperatur: 1 °C Rel. Außenfeuchte: 94 %
Dieser Stall zeigt trotz eines Luftraumes von nicht ganz 15 m^3/GVE sehr günstige klimatische Verhältnisse. Der Besitzer ist ein allen Problemen aufgeschlossener Landwirt. Seine Tiere weisen eine Jahresdurchschnittsleistung von 5 000 l Milch bei 5,0 % Fettgehalt auf. Gemolken wird in diesem Stall dreimal täglich. Eine Kalbin, die nicht mit 15 l Tagesleistung einsetzt, wird abgeschafft. Außer der Holzdecke hat der Stall noch einen Abluft- und Zuluftschacht. Die Fenster sind so angeordnet, daß eine Zugluftgefahr nicht gegeben ist. Besitzer mißt Temperatur und Feuchtigkeit im Stall.

2.) Nr. 15 (Rinderstall)
Tag der Untersuchung: 4. 3. 60
Außentemperatur: 6 °C Rel. Außenfeuchte: 96 %
Beim Betreten dieses neuen Stalles fiel eine starke Kondenswasserbildung auf; eine miserable Luft schlug mir entgegen. Trotz 18 m^3 Luftraum pro GVE zeigte der Stall einen CO_2-Gehalt von 0, 6 %, eine Temperatur von 17 °C und eine relative Feuchte von 98 %. Als ich den Landwirt auf das ungesunde Stallklima aufmerksam machte, sagte er mir, dies sei ihm längst bekannt, das Übel läge aber daran, daß, wenn er die Fenster öffnete, mit Sicherheit in den nächsten Tagen mehrere seiner Kühe eine Euterentzündung hätten. Die Fenster waren nämlich so angeordnet, daß der Luftstrom direkt an das Euter der Tiere gelangen konnte. Ich riet dem Besitzer zur Anschaffung eines Ventilators mit Thermostat.

3.) Nr. 16 (Rinderstall)
Tag der Untersuchung: 4. 3. 60
Außentemperatur: 7 °C Rel. Außenfeuchte: 80 %
Dieser Stall, der mit folgenden Ergebnissen

Temperatur	18, 5 °C
CO_2-Gehalt	0, 65 %
rel. Feuchte	96 %

einer der schlechtesten ist, zeigte genau wie Stall Nr. 15, wie wichtig die Anordnung der Fenster ist. Auch in diesem Stall, in dem das Entstehen der Zugluft dadurch bedingt ist, daß die sich hinter den Tieren befindlichen Fenster Futterlöchern, die nicht geschlossen werden, gegenüberliegen. Beim Öffnen der Fenster gelangt die Zugluft sofort an die Euter. Das Einbauen eines Futtertisches mit Absperrgitter und das Anbringen von Holzdeckeln an den Futterlöchern, könnte in diesem Fall schon Abhilfe schaffen. Auch hier ist, da ein Verlegen der Fenster an die anderen Seiten nicht möglich ist, die Anschaffung eines Ventilators unbedingt zu empfehlen.

Die Ergebnisse der Messungen sind aus den anschließenden Tabellen 1 - 4 zu ersehen.

Abkürzungen

AKG	Abkühlungsgröße
Als.	Abluftschacht
AStf.	Aufstallungsform
Be. D.	Betondecke
B. Hst.	Bimshohlblockstein
Belg.	Belüftungsanlage
B. M.	Baumaterial
F:B	Fenster-/Bodenfläche
Bö. Ge.	Böhmisches Gewölbe
Bu	Buchten
Dä Bu	Dänische Buchten
e. E.	ebene Erde
GVE	Großvieheinheit
Ho	Holz
Hu	Hourdis
Kb	Kubatur
Kif.	Kippfenster
L	Schweineställe mit Holzbohlen, darunter Ziegelsteine
L^X	Schweineställe mit Holzbohlen, darunter Beton
L^{XX}	Schweineställe mit Holzbohlen, darunter Naturboden
M. L.	Mittellangstand
Pf	Pferd
R	Rind
S	Schwein
rFa	rel. Feuchtigkeit der Außenluft
rFi	rel. Feuchtigkeit der Stalluft
Spbe.	Spannbeton
Ta	Außentemperatur
Ti	Innentemperatur, Stalltemperatur
WG	Windgeschwindigkeit
Zst	Ziegelstein
ZspD	Ziegelspanndecke
Ze	Zement

Tabelle 1

Neue Rinderställe mit guten Ergebnissen

Nr.	B.M.	Kb	Decke	Wst.	F:B	Astf.	Belg.	GVE	m^3/GVE	Ta	Ti	rFa	rFi	AKG	WG	CO_2
2	Zst	158,42	Sp.be.	52	1:14,5	M.L.	4Ton-röhren	3	53	6	13	74	85	7,5	0,09	0,35
6	"	273	Hu	40	1:16	M.L.	keine	13	21	5	14	85	80	6,2	0,09	0,3
11	"	237	Ho	30	1:13	M.L.	"	16	14,8	6	13	96	90	8,0	0,137	0,3
35	Ho	19,72	Ho	20	1:16	e.E.	Als.	2	7,36	4	13	81	72	8,0	0,123	0,4
56	B.Hst	313	Ho	40	1:11,5	M.L.	keine	17	18	0	13	86	80	9,8	0,29	0,2
47	B.Hst	342	Ho	50	1:20	M.L.	"	26	13	2	13	84	82	8,4	0,16	0,4
48	B.Hst	126	B.Hst	40	1:15	M.L.	"	13	9,7	2	4	84	75	6,0	0,55	0,4
52	B.Hst	193	Ho	30	1:11	M.L.	Als.Kif.	13	14,8	1	12	94	74	7,5	0,07	0,3
59	B.Hst	348	Hu	40	1:12	M.L.	Kif.	16	21,7	1	11	85	88	9,0	0,174	0,3
64	Z.st	104	Zspd	40	1:13	M.L.	keine	5	20,9	1	12	80	71	9,2	0,22	0,25

Tabelle 2

Neue Rinderställe mit schlechten Ergebnissen

Nr.	B. M.	Kb	Decke	Wst.	F:B	Astf.	Belg.	GVE	m^3/GVE	Ta	Ti	rFa	rFi	AKG	WG	CO_2
1	Zst	300	Be. D.	40	1:12	M. L.	Ton-röhren	20	15	6	19	74	81 85	6, 9 5, 6	0, 4 0, 08	0, 5
15	"	144	"	35	1:10	"	keine	8	18	6	17	96	98	7, 0 5, 3	0, 158 0, 07	0, 6
40	"	71, 3	ZspD	40	1:17, 5	"	"	6	11, 9	1	16	85	92	6, 8	0, 11	0, 5
44	"	103	"	40	1:34	"	"	9	11, 4	1	13	85	80	8, 3	0, 123	0, 5
62	"	130	Ho	40	1:10	"	"	7	18, 5	0	16	86	88 90	6, 8 6, 2	0, 08 0, 05	0, 6
53	"	360	Ho	40	1:12	"	"	12	30	1	13	85	95	9, 2	0, 2	0, 4
79	"	244	Sp. be.	40	1:16	"	"	18	13	1	15 19	84	96 87	5, 3 4, 7	0, 1 0, 067	0, 6 0, 4
74	"	194	B. Hst	30	1:20	"	"	12	16	0	14	86, 5	75	7, 8	0, 13	0, 7

Tabelle 3

Alte Rinderställe mit guten Ergebnissen

Nr.	B. M.	Kb	Decke	Wst.	F:B	Astf.	Belg.	GVE	m^3/GVE	Ta	Ti	rFa	rFi	AKG	WG	CO_2
22	Zst	633	Ho	30	1:31	e. E.	keine	30	21	0	12	76	86	9, 4	0, 16	0, 3
61	"	173	Ho	30	1:29	M. L.	Luftloch	11	15, 7	0	8	87	84	13	0, 4	0, 2
32	"	349	B. Hst	47	1:23	M. L.	keine	17	20, 0	3	13	81	84	7, 5	0, 17	0, 4
29	"	163	Be. D.	40	1:23	e. E.	"	13	12, 5	2	13	83	91	7, 5	0, 09	0, 35
70	"	360	Be. D	W40 075	1:32	M. L.	Futterloch	18	20	1	15	85	82	6, 9	0, 128	0, 4
26	"	173	Ho	40 W25	1:27	M. L.	"	9, 5	18	6	8	96	80	11, 1	0, 22	0, 2
65	"	56, 3	Ho	075	1:33	M. L.	keine	4	14	1	12	86	85	7, 5	0, 06	0, 2

Tabelle 4

Alte Rinderställe mit schlechten Ergebnissen

Nr.	B. M.	Kb	Decke	Wst.	F:B	Astf.	Belg.	GVE	m^3/GVE	Ta	Ti	rFa	rFi	AKG	WG	CO_2
9	Zst.	122	Ho	W46 036	1:40	e. E.	keine	7, 5	16	5	17	85	100	4, 8	-	0, 6
12	"	100	Be. D.	25	1:19	M. L.	"	9	11	6	17	97	97	5, 3	0, 04	0, 6
16	"	64	Be. D.	28	1: 8	e. E.	"	7	9, 2	7	18, 5	80	96	5, 3	0, 11	0, 65
17	"	86	Be. D.	35	1:17	M. L.	"	7	12	6, 5	16	80	99	7, 1	0, 125	0, 6
18	"	161	Be. D.	W30 040	1:30	M. L.	"	11	14	-1	16	84	100	6, 1	0, 042	1, 0
20	"	139	ZspD	40	1:17	e. E.	"	12	12	-1	11	82	78	9, 8	0, 023	0, 5
28	"	117	Ho	50	1:30	e. E.	"	6, 5	16, 4	0	14	82	100	6, 5	0, 05	0, 5
31	"	85, 5	Be. D.	50	1:17	M. L.	Fenster	2	42, 75	3	13	81	100	7, 4	0, 084	0, 4
36	"	195, 5	"	50	1:8, 5	M. L.	keine	15	13	0	15	85	90	6, 6	0, 078	0, 4
38	"	189	BöGe	50	1:20	M. L.	"	12	15, 7	1	14	85	95	6, 5	0, 05	0, 5
72	"	166	ZspD	45	1:30	e. E.	"	7	23, 7	1	15	86	80	7, 5	0, 139	0, 6
34	"	98, 5	Be. D.	W40 030	1:25	e. E.	"	3, 5	25, 5	4	15	81	100	6, 7	0, 07	0, 5

2. Gemischte Ställe

Definition: mit dem Begriff "gemischte Ställe" sind Ställe gemeint, in denen mehr als eine Tierart gehalten wird. Ich untersuchte 23 gemischte Ställe, davon waren 16 alte und 7 neue. Schon aus diesem Zahlenverhältnis von alten zu neuen Bauten geht hervor, vergleicht man es mit dem Verhältnis von 19 : 18 bei den Nur-Rinderställen, daß diese Stallart im Kreisgebiet zurückgeht. Der Zug zum Bau von nach Tierarten getrennten Ställen ist deutlich, wobei allerdings betont werden muß, daß die Trennung hauptsächlich für Schweine und Rinder zutrifft; die wenigen Pferde, die noch angetroffen werden, kommen auch in Zukunft im Rinderstall zu stehen. Die durchschnittliche Größe der Stallungen mit 156,26 m^3 Luftraum zeigt, daß der gemischte Stall in kleinen Betrieben vorherrscht, da die durchschnittliche Größe der Rinderställe (neue) 207,36 m^3 beträgt.

71,44 % der neuen gemischten Ställe haben als Hauptfensterfront die Südostrichtung, nur bei 14,28 % ist die Hauptfront nach Osten gerichtet, weitere 14,28 % haben die meisten Fenster an der Nordwestseite.

Nur bei 50 % der alten gemischten Ställe war die Hauptfensterfront nach Süden gerichtet (S = 6,25 %, SW = 12,50 %, SO = 31,25 %). 18,75 % hatten die meisten Fenster an der Ostseite, die Nordseite diente bei 31,25 % als Hauptfensterfront (N = 12,5 %, NO = 12,5 %, NW = 6,25 %). Vergleicht man die Meßergebnisse miteinander, so kann man feststellen, daß nur 25 % der alten gemischten Ställe als gut bezeichnet werden können, während es bei den neuen gemischten Ställen 71,44 % sind. Hier wird ein Zusammenhang zwischen Hauptfensterfrontrichtung und Stalluft deutlich sichtbar.

Ein Luftraum von 15 - 30 m^3/GVE, wie er von mehreren Autoren verlangt wird, war sowohl in den alten als auch in den neuen gemischten Ställen oft gegeben; zwischen 20 - 30 m^3/GVE lagen 42,86 % der neuen und 31,25 % der alten Ställe, zwischen 15 - 20 m^3 42,86 % der neuen bzw. 56,25 % der alten Ställe. Da bei den neuen Ställen nur 14,28 % und bei den alten nur 12,5 % einen Luftraum von weniger als 15 m^3 pro GVE aufwiesen und der niedrigste Luftraum pro GVE 11,2 m^3 betrug, der höchste hingegen 49 m^3, kann dieses Ergebnis als befriedigend bezeichnet werden.

Pro Stall konnten in den neuen Ställen durchschnittlich 5 Fenster, in den alten durchschnittlich 3,94 Fenster gezählt werden. Die Fensterfläche pro

Stall war mit durchschnittlich 6,04 m^2 bei den neuen mehr als doppelt so groß als bei den alten mit nur 2,72 m^2 pro Stall. Setzt man nun durchschnittliche Fensterfläche zu der durchschnittlichen Stallgröße in Beziehung (neue Ställe 155,43, alte Ställe 156,26 m^3 Luftraum), so kommen bei den neuen auf 1 m^2 Fensterfläche 25,73 m^3, bei den alten 57,43 m^3 umbauten Stallraumes. Beachtet man hierbei noch die Lage der Hauptfensterfront, die ja bei den alten Ställen in 31,25 % nach Norden war, so wird deutlich, um wieviel ungünstiger die alten Ställe nicht nur mit Licht, sondern auch mit den hygienisch so wertvollen Sonnenstrahlen versorgt werden.

Das Verhältnis Fenster-/Bodenfläche ist ein entsprechendes. Während 85,7 % der neuen Ställe ein solches von 1 : 20, wie Zorn (79) es fordert, und darunter aufweisen, waren es bei den alten nur 25 %. In 14,3 % der neuen und 56,25 % der alten Ställe konnte ich ein solches von 1 : 20 - 1 : 30 und in 18,75 % der alten Ställe von 1 : 30 und darüber feststellen. Die gefundenen Werte schwankten zwischen 1 : 8 in einem neuen bzw. 1 : 10,6 in einem alten und 1 : 21,4 in einem neuen bzw. 1 : 89 in einem alten Stall. Daß in den Stall mit dem Verhältnis Fenster-/Bodenfläche 1 : 89 trotzdem ein annehmbares Stallklima herrschte, führe ich erstens darauf zurück, daß dieser eine Holzdecke hatte und zweitens darauf, daß der Bauer den oberen Teil der Tür immer offen läßt. Bei dem Stall mit einem Verhältnis von Fenster-/Bodenfläche 1 : 8 handelt es sich um einen neuerbauten Pferdestall, in dem manchmal auch Rinder eingestellt werden.

Auch bei den gemischten Ställen stellte ich, wie bei den Rinderställen, nur solche Türen fest, die in eine untere und obere Hälfte geteilt waren. Die neuen Ställe hatten durchschnittlich 3 Türen, die alten 2,56.

Als Aufstallungsform für die Rinder traf ich bei 100 % der neuen und 46,88 % der alten gemischten Ställe den Mittellangstand an. In 53,12 % der alten Stallungen standen die Tiere zu ebener Erde. Den Langstand und den Kurzstand traf ich auch bei dieser Stallart nicht an. In einem alten Stall war eine Seite als Mittellangstand gebaut, während auf der anderen Seite die Tiere zur ebenen Erde standen. Pferde standen in allen Fällen auf gebrannten Ziegelsteinen zu ebener Erde. In allen Fällen lagen die Schweine auf Holzbohlen ca. 25 cm über dem befestigten Untergrund.

71,42 % der neuen gemischten Ställe waren mit einem Futtertisch und Absperrgitter ausgerüstet. 14,28 % zeigten eine Futterkrippe mit daraufgesetztem Absperrgitter und davorliegendem Futtergang; in 14,29 % der gemischten Ställe fraßen die Tiere aus an der Wand angebrachten Raufen, die von hinten über die Tiere hinweg gefüllt wurden.

Die bei den neuen gemischten Ställen am weitesten verbreitete Form mit Futtertisch und Absperrgitter war nur in 6,25 % der alten Ställe vertreten, es herrschte bei ihnen die Futterkrippe mit daraufgesetztem Absperrgitter und davorliegendem Futtergang vor (75 %). In 18,75 % der alten gemischten Ställe wird das Futter von der Tenne aus durch Luken in die unmittelbar an der Wand stehende Krippe verbracht.

Auf Be- und Entlüftungsanlagen stieß ich in insgesamt 3 Ställen. In 2 neuen Ställen waren Kippfenster unmittelbar unter der Decke angebracht, in 1 alten Stall war ein Abluftschacht eingebaut.

In allen anderen Ställen dienten lediglich Fenster und Türen als Belüftungsanlagen. Auch bei den gemischten Ställen traf ich keine elektrisch betriebenen Belüftungsanlagen an.

Die Tatsache, daß nur so wenig Be- und Entlüftungsanlagen im Kreisgebiet gefunden werden konnten, halte ich für den größten Mangel, den ich bei meinen Untersuchungen feststellte.

Die Decken waren bei den neuen Ställen in 3, bei den alten in 4 verschiedenen Formen ausgeführt. Dem hohen Anteil an Betondecken mit 57,14 % in den neuen und 43,75 % in den alten Ställen, folgt die Holzdecke mit 28,57 % in den neuen und 25 % in den alten gemischten Ställen. Alte Ställe zeigten in 25 % die Ziegelspanndecke; eine Decke aus Bimshohlblocksteinen traf ich in 14,29 % der neuen und 6,25 % der alten Ställe an. Ziegelsteine dienten in 93,75 der alten und 71,42 % der neuen Ställe als Baumaterial für die Umfassungsmauern. Auf Hohlblocksteine traf ich in 14,29 % der neuen Ställe, Holz diente als Baumaterial in 14,29 % der neuen und 6,25 % der alten Ställe.

In den gemischten Ställen standen durchschnittlich 9,24 GVE, davon 8,56 in den alten und 10,99 in den neuen.

Die durchschnittliche Außentemperatur betrug während der Untersuchung der gemischten Ställe + 1,41 ^{o} C; in alten Ställen betrug die Stalltemperatur durchschnittlich 13,25 ^{o} C, in den neuen 12,43 ^{o} C. Da die Temperaturen zwischen 8 - 18 ^{o} C schwankten, können sie als gut angesehen werden. Auch der Betrieb von Belüftungsanlagen ist bei einer Temperaturdifferenz von durchschnittlich 10,4 ^{o} C durchaus möglich.

Die relative Luftfeuchtigkeit lag mit 83,25 % in den neuen und 86 % in den alten Ställen wiederum über dem von Zorn (79) und Stietenroth (72 a) festgelegten Rahmen von 75 - 80 %. Auch hier waren also, wie bei

den Nur-Rinderställen, die alten Ställe über den von Rolle (61) empfohlenen Höchstgrenze von 85 % rel. Feuchtigkeit, während die neuen mit durchschnittlich 83,25 % wiederum darunter lagen. Die rel. Feuchte schwankte in den neuen Ställen zwischen 75 % (bei 85 % rel. Feuchte außen) und 95 % (rel. Feuchte außen 85 %), in den alten Ställen zwischen 70 % (rel. Feuchte außen 96 %) und 98 % (rel. Feuchte außen 94 %). Der alte Stall Nr. 14 mit nur 70 % relativer Feuchtigkeit wird später noch gesondert aufgeführt werden.

Die durchschnittliche Windgeschwindigkeit betrug in den neuen Ställen 0,122 m/sec, in den alten 0,138 m/sec. Sie lag also im Durchschnitt gesehen in den Optimalwerten zwischen 0,1 - 0,6, wie sie von Fuhrimann (22) gefordert werden. Vergleicht man allerdings die Werte der beiden Gruppen einzeln, so ändert sich das Bild sehr. Während nur 37,5 % der neuen Ställe in dem gewünschten Bereich lagen, waren es bei den alten 50 %. Darunter lagen von den neuen Ställen 37,5 %, darüber 25 %, während es bei den alten 31,25 % bzw. 18,75 % waren. Die Werte schwankten in den neuen Ställen zwischen einer nicht ablesbaren Windgeschwindigkeit und einer Höchstgeschwindigkeit von 0,25 m/sec, in den alten zwischen 0,1 m/sec und 0,5 m/sec.

Auch hier bedingt die Angst vor durch Zugluft entstehenden Mastitiden die niedrigen Luftbewegungsgeschwindigkeiten; die Höchstgeschwindigkeit von 0,5 m/sec wurde auf einem Futtertisch zwischen zwei sich gegenüberliegenden, geöffneten Fenstern gemessen.

Auffallend war der Unterschied an CO_2-Gehalt in den Ställen. Während die alten Ställe durchschnittlich einen solchen von 0,42 % aufwiesen, lag er in den neuen bei 0,3 %. In den alten Ställen ist die Stalluft also nach Dahmen (12), Märker (48) und Klimmer (40) als verdorben anzusehen, in den neuen liegt sie gerade noch an der Grenze.

Bei den CO_2-Messungen zeigte sich eine Schwankungsbreite von 0,2 - 0,5 % bei den neuen und von 0,2 - 0,7 % bei den alten Ställen.

Der CO_2-Gehalt lag also auch bei dieser Stallart ziemlich hoch.

Der folgende Stall wird besonders herausgestellt, um die günstige Auswirkung von Holz als Stallbaumaterial aufzuzeigen. Gleichzeitig soll gezeigt werden, welche Bedeutung die Anordnung der Fenster für das Stallklima hat.

1.) Nr. 14 (gemischter Stall)
Tag der Untersuchung: 4. 3. 60
Außentemperatur: 6 ° C rel. Außenfeuchte: 96 %

Der Besitzer ist ein sehr fortschrittlicher Landwirt, seit fast 10 Jahren ist der Stall tbc-frei, die Tiere sind alle Hochleistungstiere, mehrere wurden bereits ins Rinderleistungsbuch eingetragen. Trotz der ungünstigen Außenbedingungen herrschte im Stall ein sehr angenehmes Klima. Ich führe dies auf die Verwendung von Holz als Baumaterial für die Decke und auf die in die Tenne führende Wand zurück. Die Fenster sind in diesem Stall so angeordnet, daß eine Zugluftgefahr für die Euter nie gegeben ist. Der Besitzer kontrolliert Temperatur und Feuchtigkeit im Stall.

Die Ergebnisse der Messungen sind aus den anschließenden Tabellen Nr. 5 - 7 zu ersehen.

Tabelle 5

Alte gemischte Ställe mit guten Ergebnissen

Nr.	B. M.	Kb	Decke	Wst.	F:B	Astf.	Belg.	GVE	m^3/GVE	Ta	Ti	rFa	rFi	AKG	WG	CO_2	Tier-arten
14	Ho	181, 4	Ho	48	1:11, 3	e. E.	keine	11	16, 5	6	13	96	70	7, 7	0, 114	0, 3	R, Pf
24	Zst	331	Be. D.	40	1:25, 7	e. E.	"	14, 5	23, 0	0	16	76	84 85	8, 2 7, 4	0, 25 0, 163	0, 3	R, Pf
27	Zst	62, 7	Ho	40 50	1:89	e. E.	"	3	20, 9	- 1	8	83	82	12, 1	0, 3	0, 2	R, Pf
33	Zst	242	Ho	40	1:26	e. E. M. L.	"	13	18	4	14	81	81	8, 1	0, 16	0, 2	R, Pf, S'

Tabelle 6

Alte gemischte Ställe mit schlechten Ergebnissen

Nr.	B.M.	Kb	Decke	Wst.	F:B	Astf.	Belg.	GVE	m^3/GVE	Ta	Ti	rFa	rFi	AKG	WG	CO_2	Tierarten
5	Zst	183	Be.D.	40	1:26	e.E.	keine	11	16,51	7	14	74	97	5,4	-	0,4	R, Pf, S
19	"	81	"	40	1:30	M.L.	"	3	27	-1	11	84	96	7,85	0,07:	0,3	R, Pf
25	"	96,77	Ho	32	1:10,6	e.E.	"	6	16,1	0	12	76	89	7,4	0,066	0,4	R, S
30	"	310,1	Be.D.	45	1:60	e.E.	"	17	18,2	3	13	80	89 93	8,7 7,8	0,14 0,12	0,35	Pf, R
41	"	262	ZspD	45	1:25	M.L.	"	15	17,4	1	14	85	86 90	9,4 5,6	0,25 -	0,5	R, Pf
50	"	94,5	"	40	1:24,5	M.L.	"	5	19	0	10	94	98	8,8	0,107	0,4	R, S
54	"	229	"	40	1:12	M.L.	"	17	13	1	15	84	87 96	10,6 7,0	0,5 0,1	0,6	R, S
77	"	60,72	Be.D.	35	1:150	M.L.	Als.	5	12	0	17	85	87	5,0	-	0,7	R, S
77a	"	"	"	"	"	M.L.	"	"	"	22	24	63	80	5,3	0,3	0,6	"
78	"	89,6	Zspd	40	1:22,4	M.L.	keine	5	18	1	11	85	86 88	8,4 7,7	0,116 0,06	0,4	R, S
78a	"	"	"	"	"	"	"	6	15	13	25	95	70 72	5,6 5,3	0,516 0,482	0,5	R, S
73	"	109,27	Be.D.	40	1:23,3	M.L.	"	6	18,2	0,5	18	86,5	95	6,5	0,143	0,6	R, S
46	"	90,62	B.Hst	40	1:18,7	e.E.	"	2,5	36	1,5	14	85,5	90,5	7,0	0,077	0,5	R, S
46a	"	"	"	"	"	"	"	"	"	14	16	80	81	6,9	0,117	0,2	R, S
55	"	78,8	Be.D.	‰	1:24	e.E.	"	3	26,3	1	12	84	85	7,0	0,1	0,6	R, S

Tabelle 7

Neue gemischte Ställe mit guten Ergebnissen

Nr.	B. M.	Kb	Decke	Wst.	F:B	Astf.	Belg.	GVE	m^3/GVE	Ta	Ti	rFa	rFi	AKG	WG	CO_2	Tier-arten
4	B. Hst	43, 3	B. Hst	34	1: 8	M. L.	keine	2	21, 5	7	12	74	75	8, 48	0, 135	0, 2	Pf, S
42	Zst	26, 5	Be. D.	40	1:21, 4	"	Kif.	16	16	1	12	85	75	9, 4	0, 25	0, 25	R, Pf
51	Zst	285	Ho	40	1:13	"	keine	11	25, 9	0	10	90	78	9, 0	0, 122	0, 25	R, S
87	Ho	74	Ho	30	1:16	"	"	1, 5	49	2	17	85	77	7, 7	0, 23	0, 2	R, S
45	Zst	157	Be. D.	40	1:20	"	"	14	11, 2	1	10	85	86 88	8, 0	0, 122 0, 065	0, 4	R, Pf

Neue gemischte Ställe mit schlechten Ergebnissen

7	Zst	210, 05	Be. D.	41	1:13, 5	M. L.	keine	12	17, 5	5	12	85	92	6, 95	0, 047	0, 3	R, Pf
10	Zst	292	Be. D.	40	1: 8, 8	M. L.	keine	19	15, 0	5	14	85	95	5, 58	-	0, 5	R, Pf

3. Schweineställe

a. Wintermessungen

Untersucht wurden insgesamt 40 Schweineställe, darunter waren 18 neue und 22 alte (45 % bzw. 55 %). Im Winter führte ich die Messungen in 23 Ställen durch, im Sommer in 17, sowohl im Sonner als auch im Winter in 14 Stallungen. Die Sommermessungen wurden gemacht, um zu erfahren, ob die Schweine auch zu dieser Jahreszeit extremen klimatischen Verhältnissen ausgesetzt sind.

Bei den neuen Ställen war die Hauptfensterfront in 50 % nach Südosten, in 38,89 % nach Südwesten gerichtet, während nur bei 5,56 % der untersuchten Stallungen die Fenster hauptsächlich an der West- bzw. Nordseite angebracht waren. Ganz anders aber sah es bei den alten Ställen aus; nur 33,37 % hatten die Hauptfensterfront nach Südosten gerichtet, nach Südwesten waren es 18,18 %. Bei 9,09 % diente die Nordseite als Fensterfront. Nach Nordosten zeigten die Fenster in 9,09 %; 27,27 % aller alten Ställe hatten überhaupt keine Fenster.

Der Luftraum pro GVE lag im allgemeinen weit über dem geforderten Maß von 15 - 30 m^3. So betrug der durchschnittliche Luftraum pro GVE in den alten Ställen 43,87 m^3, in den neuen Ställen sogar 73,18 m^3; wobei eine Schwankungsbreite von 2 - 192,4 m^3/GVE festgestellt werden konnte. Die Ställe, die einen Luftraum von 2 m^3/GVE zeigten, waren fensterlose Betonsorge. Einen Luftraum zwischen 50 - 60 m^3/GVE hatten 5,56 % der neuen und 9,09 % der alten Ställe; bei 33,33 % der neuen und 27,27 % der alten Ställe betrug der Luftraum pro GVE sogar mehr als 60 m^3.

Ein derartig großer Luftraum wirkt sich natürlich auf das Stallklima aus; die später beschriebene niedrige Stalltemperatur läßt sich auf diesen Faktor zurückführen.

In der Anzahl der Fenster pro Stall tritt der Unterschied zwischen alten und neuen Ställen deutlich hervor. So zählte ich im Durchschnitt pro 1 alten Stall 1,32 Fenster, pro 1 neuen Stall 2,89 Fenster. Die durchschnittliche Fensterfläche pro Stall betrug in den neuen Bauten 2,48 m^2, in den alten 0,79 m^2. Setzt man diese Fläche zur Stallgröße in Beziehung, so kommen in den alten Ställen auf 1 m^2 Fensterfläche 40,79 m^3, in den neuen 35,68 m^3 umbauten Stallraumes.

Das Verhältnis von Fenster-/Bodenfläche war in den Schweineställen im allgemeinen gut; auch hier zeigen die neuen Stallungen bessere Ergebnisse als die alten. So wurde ein Verhältnis von 1 : 20 und darunter in 61, 11 % der neuen und in 50, 50 % der alten angetroffen. Zwischen 1 : 20 - 1 : 30 lagen 27, 78 % der neuen und 18, 18 % der alten Ställe. Während nur 11, 11 % der neuen ein Fenster- zu Bodenflächenverhältnis von 1 : 30 und darunter aufwiesen, waren es bei den alten 31, 82 %, was auf die fensterlosen "Betonsärge" zurückzuführen ist. Die Werte schwankten zwischen 1 : 11 und 1 : 35 in den neuen und 1 : 8 - fensterlos in den alten Ställen, die neuen lagen also im großen und ganzen innerhalb der geforderten Norm.

Auch in den Schweineställen traf ich die geteilte Tür an; nur die "Betonsärge" hatten ganze Türen. Die alten Ställe hatten durchschnittlich 1, 36 Türen, während in den neuen 2, 05 Türen durchschnittlich gezählt wurden.

An Aufstallungsformen konnte ich 6 verschiedene Typen unterscheiden: In 27, 78 % der neuen Ställe und 27, 27 % der alten Ställe lagen die Tiere auf Holzbohlen ca. 25 cm über dem betonierten Boden; bei 11 % der neuen und 31, 82 % der alten Ställe traten Ziegelsteine an die Stelle des Betons; während in 18, 18 % der alten Ställe die Holzbohlen über dem Naturboden lagen. 22, 22 % der neuen Ställe waren im Stil der "Dänischen Mastbucht" mit Spezialbodenbelag gebaut. In 22, 22 % der neuen und 22, 73 der alten Ställe lagen die Tiere auf ins Erdreich gepreßten Ziegelsteinen. Bei 16, 67 % der neuen Schweineställe konnten Stannit- und Stallitböden festgestellt werden.

Belüftungsanlagen traf ich in keinem Schweinestall an.

Die Betondecke war in 61, 11 % der neuen und 36, 36 % der alten Ställe anzutreffen; in 16, 68 % der neuen und 18, 18 der alten Ställe fand ich die Ziegelspanndecke. Eine Holzdecke befand sich in 11, 11 % der neuen und 36, 36 % der alten Schweineställe. Das Böhmische Gewölbe und die Hourdisdecke waren gleich stark vertreten; in den neuen Ställen mit je 5, 55 % und in den alten mit je 4, 55 %.

Ziegelsteine dienten auch bei den Schweineställen in der Mehrzahl als Baumaterial für die Außenwände; 77, 78 % der neuen und 63, 63 % der alten Ställe waren aus ihnen erstellt. Hohlblocksteine traf ich lediglich in 11, 11 % der neuen Stallungen an.

Wände aus Holz fand ich in 11, 11 % der neuen und in 13, 64 % der alten Ställe. 22, 73 % der alten Ställe hatten Betonmauern.

Die Buchtenwände waren vorwiegend in Holz ausgeführt; bei den neuen Ställen zu 73, 3 %, bei den alten zu 60 %; die ungesunde Betonbuchtenwand

fand ich in 26,7 % der neuen und 40 % der alten Ställe vor.

Die Schweineställe waren durchschnittlich mit 1,55 GVE besetzt, davon mit 0,69 die alten und die neuen mit 2,59 GVE.

Die folgenden Werte wurden in der kalten Jahreszeit gemessen. Als wohl größtes Übel kann in den Schweineställen die zu niedrige Temperatur bezeichnet werden. Mit durchschnittlich nur 9 ^{o} C in den alten und 13,9 ^{o} C in den neuen Ställen lag sie weit unter dem von Kalich (35) geforderten durchschnittlichen Wert von 17,5 ^{o} C. In den neuen Ställen schwankte die Temperatur zwischen 12 - 17 ^{o} C bei einer Außentemperatur von durchschnittlich 1,53 ^{o} C; 17 ^{o} C wurde nur in 9,09 % der Ställe gemessen. Die Temperaturbreite der alten Ställe lag bei einer durchschnittlichen Außentemperatur von 1,33 ^{o} C zwischen 8 - 15 ^{o} C.

Die neuen Ställe schneiden zwar besser ab als die alten, können aber auch nicht als gut bezeichnet werden. Ein Herabsetzen des Luftraumes pro GVE könnte hier Abhilfe schaffen.

Die relative Luftfeuchtigkeit lag mit durchschnittlich 80 % in den alten und 81 % in den neuen an der oberen Grenze des Vertretbaren. Betrachtet man jedoch, daß 81,8 % der neuen und nur 66,66 % der alten Ställe über ihrem durchschnittlichen Wert liegen, so sieht man, daß die alten Ställe in diesem Punkt der Untersuchung besser abschneiden. Die Feuchtigkeit in den neuen Ställen erreichte ihren Höchstwert mit 100 % in dem später besonders aufgeführten Schweinestall Nr. 60, der in einen Berg eingebaut wurde und nicht genügend isoliert worden ist. Der Höchstwert in einem alten Stall betrug 90 %, was jedoch teilweise der hohen Außenfeuchte (96 %) zuzuschreiben war.

Daß die neuen Ställe einen ungünstigeren rel. Feuchtigkeitsgehalt als die alten aufwiesen, läßt sich meiner Ansicht nach darauf zurückführen, daß die Bauern im Winter die Türen und Fenster dicht verschließen, um eine höhere Temperatur in dem Stall zu bekommen. Bei den alten zugigen Ställen können zwar die Türen und die Fenster auch geschlossen werden, jedoch kann die Außenluft durch die vielen Undichtigkeiten eindringen. Ein Temperaturvergleich bestätigt diese Annahme.

Auch ein Vergleich der Windgeschwindigkeiten, die mit durchschnittlich 0,15 m/sec in den alten Ställen um 0,02 m/sec über der durchschnittlichen Windgeschwindigkeit in den neuen Ställen liegt, bestätigt diese Erklärung. Ebenfalls die Tatsache, daß nur 30,7 % der alten und 40 % der

neuen Ställe Windgeschwindigkeiten zeigten, die unter der geforderten Norm lagen, und daß hingegen 46,2 % der alten und 40 % der neuen Ställe die Norm überschritten, spricht für die Richtigkeit der obigen Annahme. Ein Schwankungsbereich von nicht ablesbarer Windgeschwindigkeit bis zu einer solchen von 0,26 in 1 neuen bzw. 0,32 m/sec in 1 alten Schweinestall, sowie die Tatsache, daß nur 23,1 % der alten und 20 % der neuen Ställe die von den meisten Autoren geforderten Windgeschwindigkeiten aufweisen, zeigen, wie wenig durchschnittliche Werte aussagen.

Der durchschnittliche CO_2-Gehalt der Schweinestallungen lag mit 0,28 % in den alten um 0,14 % unter dem der neuen Ställe, was wiederum auf die ungünstige Ventilation zurückzuführen ist. Die alten undichten Ställe schneiden hier natürlich besser ab. Der niedrigste Wert, der gemessen wurde, war 0,1 % (in alten und neuen Ställen), während die Höchstwerte um 0,1 % differieren. Der Höchstwert betrug in den neuen Ställen 0,8 %, in den alten 0,7 % CO_2. Er lag somit weit über dem geforderten Höchstmaß von 0,3 %.

Die Ställe Nr. 71 und Nr. 60 werden besonders hervorgehoben, um zu zeigen, daß eine Trennung von Mast- und Zuchtstall unbedingt anzustreben ist, da sich die Anforderungen, die an einen Mast- bzw. Zuchtstall gestellt werden müssen, nicht vereinbaren lassen. Der Stall Nr. 60 zeigt außerdem deutlich eine Überbetonung der arbeitstechnischen Seite beim Stallbau.

1.) Nr. 71 (Schweinestall)
Tag der Untersuchung: 30.12.60
Außentemperatur: 1 ^{o} C rel. Außenfeuchte: 85 %

Dieser neue Stall, der sehr gepflegt und sauber ist, wird wegen seines hohen CO_2-Gehaltes von 0,4 % zu den Ställen mit schlechter Luftbeschaffenheit gezählt. Er dient sowohl als Zucht- als auch als Maststall. Vom arbeitstechnischen Standpunkt aus gesehen ist dieser Stall sehr gut, die Form entspricht derjenigen der Dänischen Mastbucht. Im Stall befindet sich ein Warmwasserboiler. Da die herrschende Temperatur von 16,5 ^{o} C für Jungtiere unbedingt erforderlich ist, vermeidet der Besitzer unter allen Umständen das Öffnen eines Fensters. Die an sich günstige Windgeschwindigkeit von 0,172 m/sec ist auf die Unruhe der Tiere während der Untersuchung zurückzuführen. Die Anschaffung einer elektrischen Belüftungsanlage ist diesem Betrieb besonders zu empfehlen.

2.) Nr. 60 (Schweinestall)
Tag der Untersuchung: 30.12.60
Außentemperatur: 0 °C rel. Außenfeuchte: 87 %

Dieser Stall, der als Kuriosum bezeichnet werden kann, ist lediglich nach arbeitstechnischen Gesichtspunkten gebaut. Die Decke, die den Boden einer Maschinenremise bildet, besteht aus Beton. Die vierreihige Buchtenanordnung ist vollkommen unübersichtlich, auch bekommen die einzelnen Buchten nicht genügend Licht. Auch hier wird, dadurch daß der Stall sowohl für Zucht- als auch für Masttiere gedacht ist, niemals ein Fenster geöffnet, so daß zur Zeit der Untersuchung eine Temperatur von 15 °C, eine relative Feuchtigkeit von 100 % und ein CO_2-Gehalt von 0,7 % festgestellt werden konnte.

Die Ergebnisse der Messungen sind aus den anschließenden Tabellen Nr. 8 - 9 zu ersehen.

Tabelle 8

Neue Schweineställe mit guten Ergebnissen (Winter)

Nr.	B.M.	Kb	Decke	Wst.	F:B	Astf.	Belg.	GVE	m^3/GVE	Ta	Ti	rFa	rFi	AKG	WG	CO_2
37	Zst	83	BöGe	40	1:31	Stannit Bu Ho	keine	2	41,5	0	12	85	83	7,4	0,07	0,2
84	Zst	49,5	Be.D.	40	1:13	Bu Ze L^X	"	1	49,5	4	13	78	75	6,3	0,26	0,1
85	Zst	79	ZspD	40	1:30	e.E.Ze	"	0,2	395	2	14	80	75	6,3	0,09	0,2

Neue Schweineställe mit schlechten Ergebnissen

3	Zst	194	Be.D.	28	1:23	däBu BuHo Bo Be	"	4	50	6	14	74	90 94	7,3 6,5	0,1 0,15	0,4
43	Zst	69	Be.D.	40	1:12	Bu Ho L^X	"	1	69	1	12	85	95	7,4	0,06	0,5
49	Zst	57	Be.D.	40	1:13	L	"	1	57	2	13	84	84	5,8	-	0,5
58	B.Hst	146,4	ZspD	40	1:11	däBu Stannit	"	6	22,7	1	13	85	90	9,8 9,0	0,295 0,2	0,4
57	Ho	120	Ho	15	1:23	Bu Ho Stannit	"	4	30	0	14	86	95	8,0	0,15	0,4
60	Zst	192	Be.D.	40	1:14	Bu Ho Stallit	"	6	32	0	15	87	100	8,0 7,0	0,185 0,100	0,7
63	Zst	44,1	Be.D.	30	1:35	Bu Ho L^X Bo Stallit	"	1	44	0	17	85	88	5,0	-	0,8
71	Zst	158,4	Be.D.	N24 W40	1:12	dä Bu Stallit	"	4	39,6	1	16	85	75 89	8,0 7,5	0,226 0,172	0,4

Tabelle 9

Alte Schweineställe mit schlechten Ergebnissen (Winter)

Nr.	B. M.	Kb	Decke	Wst.	F:B	Astf.	Belg.	GVE	m^3/GVE	Ta	Ti	rFa	rFi	AKG	WG	CO_2
8	BeSarg	1, 08	Ho	15	0	Be L^{XX}	keine	0, 6	2	5	9	85	88	5, 5	-	0, 7
69	Zst	34, 1	Hu	30	1:21	Bu Ho L^{X}	"	1, 2	28	0	15	87	82	7, 3	0, 047	0, 4
80	Zst	94	ZspD	50	1:13	e. E. Be	"	2	47	1	10	84	88	5, 3	0, 15	0, 3
67	Zst	79, 38	Be. D.	40	1:8	Bu Ze L^{X}	"	2	40	2	9	85	86	6, 8	-	0, 3

Alte Schweineställe mit relativ guten Ergebnissen (Winter)

13	Zst	29	ZspD	25	1:18	Bu Ho e. E.	keine	0, 5	60	6	8	96	90	8, 0	0, 04	0, 2
21	Zst	18	Ho	25	1:15	Bu Ho L	"	0, 3	60	0	8	82	76	12, 0	0, 3	0, 2
23	Zst	47	Be. D.	50	1:30	Bu Ho L	"	0, 75	69	0	8, 5	76	87	10, 8	0, 21	0, 2
39	Zst	29, 6	BöGe	40	1:32	Bu Ho L	"	0, 6	30	1	14	85	78	7, 4	0, 108	0, 3
66	Zst	128	Ho	N60 W25	1:146	Bu Ho L^{X}	"	0, 7	16, 4	1	8	86	64 65	9, 6 9, 4	0, 118 0, 107	0, 2
38	Zst	20	SpD	30	1:6	Bu Ho L	"	1, 5	13, 3	0	8, 5	86	72	11, 1	0, 21	0, 2
75	Zst	30, 5	Be. D.	30	1:25	e. E. Bu Ze	"	0, 4	78	0	5	87	63	14, 7	0, 32	0, 2
76	Zst	25	Be. D.	30	1:23	Bu Ho L	"	0, 2	32, 5	0	5	87	86	6, 2	0, 32	0, 1

b. Ergebnisse der Sommermessungen

Die Temperaturen lagen in den von Kalich (35) geforderten Grenzen. Sie betrugen in den alten Schweineställen durchschnittlich 17,47 °C, in den neuen 16,85 °C. Betrachtet man die durchschnittliche Außentemperatur von 16,8 °C und die Schwankungsbreite von 13 °C in den alten und von 12 °C in den neuen, so können diese Ergebnisse als durchaus "gut" bezeichnet werden.

Mit durchschnittlich 73,11 % rel. Feuchte in den alten und 70,3 % in den neuen Ställen und einer Schwankungsbreite von 55 - 83 % in den neuen bzw. 49 - 91 % relativer Feuchtigkeit in den alten Ställen, war diese durchaus zufriedenstellend.

Die hohen Werte von 90 % und darüber traf ich in den "Betonsärgen" an. Dabei handelte es sich um Schweineställe, bei denen die Tiere in dunklen, fensterlosen, etwa 1 m hohen Löchern untergebracht waren. Die Wände bestanden aus Beton und sind als gute Wärmeleiter nicht als Temperaturscheide geeignet.

Die durchschnittliche Windgeschwindigkeit liegt mit 0,117 m/sec in den alten bzw. 0,15 m/sec in den neuen Schweineställen in den geforderten Grenzen. Allerdings zeigt eine Aufschlüsserlung der Windgeschwindigkeit, daß nur 23,53 % der alten und 28,58 % der neuen Ställe die von Fuhrimann (22) geforderten Optimalwerte von 0,1 - 0,16 m/sec aufweisen. Große Windgeschwindigkeiten stellte ich in 23,53 % der alten und 35,71 % der neuen Ställe fest, der Höchstwert betrug in 1 alten Stall 0,34 m/sec und in 1 neuen 0,39 m/sec. Werte von 0,00 m/sec - 0,1 m/sec traf ich in 52,94 % der alten und 35,71 % der neuen Ställe an.

Ein durchschnittlicher CO_2-Gehalt von 0,3 % in den alten und 0,27 % in den neuen Ställen kann als gut bezeichnet werden. Dieser Durchschnitt ist deshalb ziemlich hoch, weil in den oben beschriebenen "Betonsärgen" ein CO_2-Gehalt bis zu 0,8 % festgestellt werden konnte. Als niedrigster Wert wurde in alten und neuen Ställen 0,1 % gemessen.

Die Ergebnisse sind aus den nachfolgenden Tabellen Nr. 10 - 12 zu ersehen.

Tabelle 10

Neue Schweineställe mit guten Ergebnissen (Sommer)

Nr.	B.M.	Kb	Decke	Wst.	F:B	AstF	Belg.	GVE	m^3/GVE	Ta	Ti	rFa	rFi	AKG	WG	CO_2
49a	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	1	47	14	12	81	83	6,2	-	0,3
85a	"	"	"	"	"	"	"	6	22,7	16	17	75	76	7,8	0,25	0,2
39a	"	"	"	"	"	"	"	1	44	16	15	58	68	7,0	0,1	0,25
71a	"	"	"	"	"	"	"	4	39,6	15	17	60	68,5	5,7	0,05	0,3
91	Zst	192	Be	40	1:14	dä Bu	keine	6	32	15	14	58	78	7,1	0,091	0,2
83	Zst	119,68	"	40	1:15	Bo Be e.E.	"	0,5	240	16	19	58	55	7,7	0,3	0,1
43a	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	1	69	22	18	50	63	6,1	0,106	0,2
57a	"	"	"	"	"	"	"	4	30	15	12	77	74	8,8	0,19	0,2
97	Zst	1,76	Be	40	1:18	Bu Ho L^X	keine	3	35	22	18	55	65	6,5	0,143	0,2
98	Ho	32,4	Ho	25	1:8	Bu Ho e.E.	"	0,5	65	14	19	58	65	6,3	0,217	0,2
100	Zst	32	ZspD	30	1:23	Bu Be L	"	0,2	160	19	17	63	65	6,1	0,081	0,3

Die mit "a" bezeichneten Ställe wurden im Winter und im Sommer gemessen!

Tabelle 11

Alte Schweineställe mit guten Ergebnissen (Sommer)

Nr.	B. M.	Kb	Decke	Wst	F:B	Astf.	Belg.	GVE	m^3/GVE	Ta	Ti	rFa	rFi	AKG	WG	CO_2
69a	s. o.	s. o.	s. o.	s. o.	s. o.	s. o.	s. o.	1, 2	28	14	20	80	87	5, 4	0, 09	0, 2
80a	"	"	"	"	"	"	"	2	47	17	19	65	80	7, 0	0, 06	0, 3
67a	"	"	"	"	"	"	"	2	40	11	15	86	80	6, 3	0, 056	0, 2
21a	"	"	"	"	"	"	"	0, 3	60	23	20	50	52	12	0, 3	0, 1
23a	"	"	"	"	"	"	"	0, 75	69	22	17	51	49	7, 0	0, 153	0, 1
66a	"	"	"	"	"	"	"	0, 7	16, 4	15	13	60	54	7, 0	0, 06	0, 2
75a	"	"	"	"	"	"	"	0, 4	78	15	18	61	68	10, 8	0, 143	0, 3
82	Ho	25, 6	Ho	20	1:14	Bu Ho e. E.	keine	0, 25	102, 4	14	18	60	70	8, 6	0, 4	0, 1
86	Zst	27	Be	30	1:11	Bu Ho L^x	"	0, 1	72	20	18	85	75	6, 2	0, 105	0, 3
90	Zst	43	Be	40	1:16	Bu Ho e. E.	"	1	43	14	17	87	43	7, 2	0, 34	0, 2
92	Ho	9	Be	20	1:20	Bu Ho L^x	"	0, 5	18	14	17	94	80	6, 9	0, 151	0, 2

Tabelle 12

Alte Schweineställe mit schlechten Ergebnissen (Sommer)

Nr.	B. M.	Kb	Decke	Wst	F:B	Astf.	Belg.	GVE	m^3/GVE	Ta	Ti	rFa	rFi	AKG	WG	CO_2
88	BeSarg	2, 9	Be	25	-	L^{XX}	keine	0, 1	29	13	17	95	87	5, 3	-	0, 5
81	Ho	4, 6	ZspD	15	1:6	L	"	0, 3	15, 3	15	20	58	85	5, 3	0, 079	0, 4
93	Be	3, 5	Ho	25	-	L^{XX}	"	0, 2	17, 5	14	14	94	90	5, 3	-	0, 8
94	Be	2, 6	Ho	25	-	L^{XX}	"	0, 2	13, 2	14	14	94	91	5, 3	-	0, 7
96	Be	17, 16	Ho	25	1:65	L	"	0, 2	86	21	22	68	84	4, 3	0, 059	0, 6
99	Be	37, 5	Ho	40	1:16	Bu Ho L	"	0, 6	62, 5	23	18	58	72 64	5, 3 6, 0	-	0, 4

Neue Schweineställe mit schlechten Ergebnissen

63a	s. o.	s. o.	s. o.	s. o.	s. o.	s. o.	keine	1	44	16	15	58	68	7, 0	0, 1	0, 25
89	BHst	15, 6	Hu	30	1:18	e. E. Be	"	0, 2	78	16	18	70	70	6, 5	0, 143	0, 5
95	Zst	171	Be	14	1:25	L^{X}	"	6	30	20	21	63	76	7, 0	0, 93	0, 35

c. Gegenüberstellung der beiden Meßzeiten

Der CO_2-Gehalt war im Winter in den alten Ställen höher (Durchschnitt im Sommer 0, 285 %, im Winter 0, 35 %); die neuen Ställe schnitten im Sommer bedeutend besser ab.

Bei der relativen Innenfeuchte zeigt sich deutlich deren Abhängigkeit von der relativen Außenfeuchte.

Die Temperaturmessungen zeigen, daß die Ställe im Winter viel zu kalt, im Sommer jedoch im großen und ganzen wohltemperiert sind. Eine Gegenüberstellung der Abkühlungsgröße zeigt, daß sie im Sommer sowohl in den alten als in den neuen Ställen geringer als im Winter ist, das Gleiche gilt für die Windgeschwindigkeit.

Nach diesen Ergebnissen sind also Windgeschwindigkeit und CO_2-Gehalt voneinander unabhängig.

4. Schlußbetrachtung

Im Kreis Biberach an der Riß wurden 100 Ställe untersucht. Die meisten von ihnen sind aus Ziegelsteinen erbaut, einige wenige aus Bimshohlblocksteinen bzw. aus Holz. Einige der alten Schweineställe hatten Außenmauern aus Beton. Da die Mauerdicke im Durchschnitt zwischen 30 - 45 cm lag, entspricht dies den wärmetechnischen Anforderungen.

Rinderställe

In 36, 11 % der Ställe traf ich Holzdecken an, auf Grund ihrer guten Ventilationswirkung betrug der durchschnittliche CO_2-Gehalt in diesen Ställen 0, 35 % und lag somit um 0, 16 % niedriger als in den Ställen mit Massivdecken; dort betrug er im Durchschnitt 0, 51 %. Eine Verbreitung der Holzdecke im Untersuchungsgebiet ist aus diesem Grund anzustreben.

Da die Hauptfensterfront bei Stallneubauten immer nach Süden gerichtet war, gegenüber 63, 2 % bei den alten Ställen, waren die Lichtverhältnisse günstig. Das erforderliche Verhältnis von Fenster-/Bodenfläche war in 94, 44 % gegeben. In den alten Ställen zeigten nur 47, 37 % das verlangte Fenster-Bodenflächen-Verhältnis von 1 : 20. Beim Stallumbau bzw. -neubau ist deshalb besonders darauf zu achten, daß die richtige Fenstergröße gewählt wird.

Einen großen Mangel stellt die Tatsache dar, daß der Luftraum pro GVE in 78, 95 % der neuen und 72, 24 % der alten Ställe unter 20 m^3/GVE liegt

und die Ställe somit überbesetzt sind. Hierin zeigt sich deutlich, daß das Problem "Stall" die allgemeine Intensivierung in der Landwirtschaft nicht mitgemacht hat. Der neue Stall darf auf keinen Fall die Maße des alten aufweisen. Das Unterbringen des Jungviehes in Laufställen, die in Schuppen eingebaut sind, kann hier billige Abhilfe schaffen.

Das Vorhandensein von Futtertischen, Absperrgittern, Tränkbecken und Mittellangständen in den meisten der neuen und vielen alten Ställen zeigt, daß beim Stallbau arbeitssparende Momente stark berücksichtigt werden.

Demgegenüber beweist das Vorhandensein von insgesamt nur 5 Be- und Entlüftungsanlagen, sowie das Fehlen eines Elektroventilators, daß die hygienischen Belange beim Stallbau nur eine Nebenrolle spielen. Aufklärung in diesem Punkt tut bitter not.

Bei einer Durchschnittstemperatur von 13, 7 ^{o} C in den alten bzw. 13, 8 ^{o} C in den neuen Ställen und einer Höchst-Temperatur von 19 ^{o} C waren die Ställe nicht zu warm. Jedoch könnte die Temperatur noch im Durchschnitt um 1 - 2 ^{o} C gesenkt werden. Der Temperaturüberschuß könnte bei geeigneter Lüftung zur Erwärmung der Frischluft herangezogen werden.

Die relative Luftfeuchtigkeit lag mit durchschnittlich 80, 2 % bei den neuen Ställen nur wenig, mit 89, 94 % bei den alten Ställen weit über dem in der Literatur angegebenen Höchstwert von 80 %. Während als Maximalwert nur in einem neuen Stall 98 % relative Feuchtigkeit gemessen wurde, zeigten 26, 3 % der alten Ställe einen Wasserdampfgehalt von 100 %. Dies ist außer der schlechten Ventilation darauf zurückzuführen, daß Decken aus Beton in alten Ställen häufiger angetroffen werden als in neuen.

Eine nicht ausreichende Ventilation stellte ich in 33, 33 % der neuen und 5, 79 % der alten Ställe fest, in denen die Luftgeschwindigkeit bei 0 - 0, 1 m/sec lag, also viel zu niedrig war, da die Angst vor der gefährlichen Zugluft den Landwirt die Fenster den Winter über geschlossen halten läßt. Um Zugluft zu vermeiden, ist beim Bau von Stallungen streng auf die Anordnung der Fenster zu achten. Die optimalen Werte von 0, 1 - 0, 15 m/sec, die auf einen ausreichenden Luftwechsel hinweisen, konnten nur in 38, 89 % der neuen und 26, 32 % der alten Ställe festgestellt werden. Über der zulässigen Grenze liegende Werte zeigten 27, 78 % der neuen und 15, 79 % der alten Ställe, was natürlich die Gesundheit der Tiere genauso negativ beeinflußt

wie überhaupt keine Luftbewegung. Die hohen Werte von 0,4 m/sec wurden zwischen zwei sich gegenüberliegenden, geöffneten Fenstern gemessen.

Der durchschnittliche CO_2-Gehalt lag mit 0,47 % in den alten und 0,42 % in den neuen Ställen über dem von vielen Autoren verlangten Höchstwert von 0,3 %; kein Stall zeigte einen Wert unter 0,25 %. Als Maximalwerte wurden in 1 neuen Stall 0,7 % und in 1 alten 1,0 % gemessen. Die Verbreitung von Holz als Deckenbaumaterial könnte auf Grund seines guten Ventilationsvermögens diesem Übel Abhilfe schaffen.

Gemischte Ställe

Im Kreisgebiet ist die Tendenz zum Bau von für Tierarten getrennten Stallungen festzustellen. Der prozentuale Anteil an neuen gemischten Ställen betrug nur 30,44 %. Mit einer durchschnittlichen Größe von 155,43 m^3 (neu) und 156,26 m^3 (alt) Luftraum gegenüber 203,36 m^3 (neu) und 180,09 m^3 (alt) bei den Nur-Rinderställen ist diese Stallform vornehmlich bei kleineren landwirtschaftlichen Betrieben anzutreffen.

Abweichend von den Verhältnissen in den Nur-Rinderställen konnte ich feststellen, daß die gemischten Ställe nicht so stark überbesetzt waren wie die Nur-Rinderställe. 57,14 % der neuen und 68,75 % der alten Ställe hatten einen Luftraum von weniger als 20 m^3/GVE. Dieses etwas günstigere Ergebnis führe ich auf das Vorhandensein von Schweinen in den gemischten Ställen zurück, denen pro GVE immer mehr Luftraum zur Verfügung steht.

Aus dem Fehlen von arbeitsersparenden Einrichtungsgegenständen in den alten gemischten Ställen gegenüber den alten Nur-Rinderställen, in die diese nachträglich eingebaut wurden, kann geschlossen werden, daß diese Stallart zurückgeht. Kostspielige Umbauarbeiten werden deshalb vermieden.

Die Temperaturmessungen ergaben mit durchschnittlich 13,25 ^{o} C in den neuen und 12,43 ^{o} C in den alten Ställen etwa die gleichen Ergebnisse wie in den Nur-Rinderställen. Sie können für Rinder als befriedigend angesehen werden. Bedenkt man aber, daß sich in diesen Ställen sowohl Mast- als auch Zuchtschweine befinden, so sieht man, daß diese Temperaturen zu niedrig sind. Schon aus diesem Grund ist also der Bau von für Tierarten getrennten Stallungen anzustreben.

Bei der Untersuchung der Ställe in Bezug auf ihre Luftfeuchtigkeit, deren Ergebnisse denen in den Nur-Rinderställen entsprachen, fiel ein alter Stall besonders auf. Dieser zeigte trotz einer Außenfeuchte von 93 % eine Stall-

luftfeuchtigkeit von nur 70 %. Ich führe dieses gute Meßergebnis auf die Verwendung von Holz als Baumaterial für die Decke und für die in die Tenne führende Wand zurück. Holz sollte als Baumaterial für neue Ställe noch mehr benutzt werden.
Die Luftbewegung entsprach der in den Nur-Rinderställen.

Der CO_2-Gehalt lag mit 0,3 % in den neuen gemischten Ställen um 0,12 % unter dem in den neuen Nur-Rinderställen, was sich auf den größeren Luftraum pro GVE zurückführen läßt. Daß der durchschnittliche CO_2-Gehalt der alten gemischten Ställe nur um 0,05 % unter dem der alten Nur-Rinderställe lag, widerspricht dieser Behauptung nicht, da ja nur 3,49 % der alten Nur-Rinderställe mehr als der alten gemischten Ställe einen Luftraum unter 20 m^3/GVE aufwiesen.

Schweineställe

Die klimatischen Daten beziehen sich auf die Ergebnisse der Wintermessungen.

Als Baumaterial dienten in erster Linie Ziegelsteine, sowohl bei den alten als auch bei den neuen Schweineställen. Hohlblocksteine und Holz wurden nur bei einem geringen Teil angetroffen. Außenwände aus Beton waren in den neuen Ställen nicht mehr anzutreffen, machten jedoch bei den alten 22,73 % aus. Die Erkenntnis, daß derartige Ställe auf Grund der guten Wärmeleitung der Wände und der damit verbundenen Kondenswasserbildung niemals in der Lage sind, ein hygienisch einwandfreies Stallklima zu schaffen, hat offensichtlich dazu geführt, daß Beton als Baumaterial für die Umfassungsmauern beim Neubau von Schweineställen nicht mehr verwendet wird.

Decken aus Beton allerdings traf ich in 61,11 % der neuen gegenüber 36,36 % der alten Ställe an. Die Holzdecken mit ihrer guten Ventilationswirkung sind leider im Schweinestallbau im Zurückgehen begriffen; nur 11,11 % der neuen Ställe, gegenüber 36,36 % der alten wiesen eine Holzdecke auf. Dies ist um so unverständlicher als der Südteil des Untersuchungsgebietes äußerst waldreich ist, und fast jeder Landwirt Wald besitzt, so daß zum hygienischen Vorteil einer Holzdecke noch deren Billigkeit hinzukommt. Holz muß also auch im Schweinestallbau mehr Verwendung finden. Buchtentrennwände aus Beton traf ich in 26,7 % der neuen und 40 % der alten Schweineställe an. Da diese Mauern auf Grund ihres guten Wärmeleitungsvermögens immer kalt und feucht sind und somit eine Temperaturdifferenz zwischen der Buchtenmitte und der Buchtenwand besteht, sollten sie durch Holzwände ersetzt werden.

Die Hauptfensterfront ist in den meisten Fällen bei den neuen Ställen nach Süden gerichtet und zwar bei 88, 89 % gegenüber nur 42, 40 % bei den alten Ställen. Viele der alten Ställe hatten überhaupt keine Fenster und bei einigen waren sie entweder an der Ost- oder an der Nordseite angebracht. Die Forderung, die Hauptfensterfront nach Süden zu richten, hat sich also im Schweinestall auch durchgesetzt. Noch mehr Beachtung als bisher ist aber dem Verhältnis Fenster-/Bodenfläche zu widmen. Von den neuen Ställen zeigten zwar 61, 11 % ein solches von 1 : 20 und günstiger, jedoch befanden sich selbst unter den neuen Ställen solche, bei denen auf 1 m^2 Fensterfläche 35 m^2 Bodenfläche kamen.

Zeigten die Rinderställe einen zu niedrigen Luftraum pro GVE, so war bei den Schweineställen das Gegenteil der Fall; mit durchschnittlich 43, 78 m^3/GVE in den alten und sogar 73, 18 m^3/GVE in den neuen Ställen überstieg er den in der Literatur geforderten Wert von 20 - 30 m^3/GVE bei weitem. Dies hat zur Folge, daß die Schweineställe im Winter kalt sind, so daß die Tiere in ihnen viel zu viel Energie für die Wärmeproduktion benötigen, wodurch die Mastergebnisse ungünstig beeinflußt werden.

Aus diesem großen Luftraum pro GVE resultieren die niedrigen Temperaturen in den Schweineställen. Mit nur durchschnittlich 13, 9 ^{o} C in den neuen und sogar nur 9 ^{o} C in den alten Ställen lagen sie weit unter dem geforderten Wert von 17, 5 ^{o} C. Die höhere Temperatur in den neuen Ställen gegenüber der in den alten Ställen läßt sich darauf zurückführen, daß diese den ganzen Winter hindurch dicht verschlossen werden. Bei den alten Ställen ist dies unmöglich und die Außenkälte kann bei ihnen durch die vielen Undichtigkeiten eindringen. Auf dieser Tatsache beruhen die Ergebnisse der Feuchtigkeits- und Windgeschwindigkeitsmessungen. Die relative Luftfeuchtigkeit lag in den neuen Ställen mit 81 % um 1 % höher als in den alten, während die Windgeschwindigkeit in den alten Ställen mit durchschnittlich 0, 15 m/sec bei den alten Ställen um 0, 02 m/sec höher war als in den neuen Ställen.

Die zum Teil sehr hohen Windgeschwindigkeiten führe ich auf die Unruhe der Schweine während der Untersuchungen zurück. Diese konnte durch zusätzliche Fütterung in vielen Fällen abgestellt werden.

Um hygienisch bessere Verhältnisse in Schweineställen zu bekommen, ist es erforderlich, entweder den Luftraum pro GVE herabzusetzen oder aber die Ställe während der kalten Jahreszeit zu beheizen. Belüftungsanlagen wurden keine angetroffen.

Auch in den Schweineställen zeigt sich, daß beim Bau die hygienische Seite sehr vernachlässigt wird. Die neuen Ställe, die zum Teil in Form der dänischen Mastbucht ausgeführt, z. T. so angeordnet sind, daß mehrere Stallreihen einen gemeinsamen Mistgang haben, zeigen keine besseren, ja sogar oft schlechtere Meßergebnisse als die alten Ställe, bei denen die Tiere auf Holzbohlen ca. 25 cm über dem befestigten, undurchlässigen Boden liegen. Ich halte diese Aufstallungsform für durchaus brauchbar. Die Tiere liegen auf dem gut wärmedämmenden Holz über einer schlecht wärmeleitenden Luftschicht. Dem Nachteil der schnellen Abnutzung des Holzes stehen seine geringen Kosten und die Tatsache, daß die Bauern im Untersuchungsgebiet zum großen Teil eigenen Wald haben, gegenüber.

Im Untersuchungsgebiet sollte der Bau von getrennten Mast- bzw. Zuchtställen angestrebt werden. Ställe, die im Hinblick auf die darin herrschende Temperatur als Mastställe geeignet sind, gleichzeitig aber als Zuchtställe benutzt werden, genügen weder den Anforderungen eines Maststalles noch denen eines Zuchtstalles.

Es konnte festgestellt werden, daß neue Rinderställe bessere hygienische Verhältnisse zeigten als neue Schweineställe.

IV. Zusammenfassung

Rinder- und gemischte Ställe:

1. Die Untersuchungen umfaßten 37 Nur-Rinderställe und 23 gemischte Ställe. Davon waren 35 Ställe 25 Jahre alt und älter, während 25 vom Jahre 1935 ab gebaut wurden und somit zu den neuen zählen.

1a. Als Baumaterial für die Umfassungsmauern dienten für alle alten Nur-Rinderställe Ziegelsteine, während diese beim Bau von neuen Ställen zugunsten der Hohlblocksteine (27,78 %) und von Holz (5,55 %) nur in 66,07 % verwendet wurden. Von den alten gemischten Ställen waren 93,75 % aus Ziegelsteinen gebaut und 6,25 % aus Holz. Auch bei dieser Stallart sind bei den neuen Bauten die Ziegelsteine zugunsten der Hohlblocksteine (14,29 %) und des Holzes (14,29 %) auf 71,42 % zurückgegangen.

2. Während noch 47,37 % der alten Ställe eine Betondecke aufwiesen, waren es bei den neuen nur noch 11,1 %. Die Zahl der Betondecken nahm zugunsten der Holz-, Hourdis- und Hohlblocksteindecken ab. Anders verhält es sich bei den gemischten Ställen. Hier zeigten 57,14 % der neuen und 43,75 % der alten Ställe eine Betondecke.

3. Bei allen neuen Ställen waren die meisten Fenster an der nach Süden gerichteten Seite angebracht, während bei den alten Ställen die Südseite auch in den meisten Fällen (63,2 %) als Hauptfensterfront diente. Es wurden jedoch auch Ställe angetroffen, bei denen die meisten Fenster an der nach Norden gelegenen Seite angebracht waren (31,59 %).

   Bei 5,26 % der alten Ställe diente die Ostseite als Hauptfensterfront.

   Bei den gemischten Ställen wiesen 71,44 % der neuen Gebäude die Hauptfensterfront nach Süden auf, während es bei den alten nur 50 % waren. Unter den neuen Ställen befanden sich aber auch 14,28 % mit nach Norden und 14,28 % mit nach Osten gerichteter Hauptfensterfront. Den alten gemischten Ställen dienten in 18,75 % die Ost- und in 31,25 % die Nordseite als Hauptfensterfront.

4. Das Verhältnis der Fenster-/Bodenfläche betrug in 31,58 % der alten und in 94,44 % der neuen Ställe 1 : 20 und entsprach somit den Anforderungen. 68,42 % der alten Ställe hingegen und 5,56 % der neuen Ställe wiesen ein Fenster-Boden-Verhältnis von 1 : 21 - 1 : 40 auf und waren somit nur ungenügend mit Licht versorgt.

5. Als Aufstallungsform trifft man heute in den neuen Ställen den Mittellangstand mit Futtertisch und Absperrgitter an (94,4 %), während nur 57,89 % der alten Ställe diese Aufstallungsform zeigten. In 5,6 % der neuen Ställe und in 42,11 % der alten Ställe standen die Tiere zur ebenen Erde. Bei den gemischten Ställen zeigten 100 % der neuen und 46,88 % der alten Ställe diese Aufstallungsform, während in 53,12 % der alten Stallungen die Tiere zur ebenen Erde standen. Pferde standen in allen gemischten Ställen auf Ziegelsteinen zur ebenen Erde, während die Schweine auf Holzbohlen 25 cm über dem befestigten Untergrund lagen.

5a. Die Zahl der Ställe, in denen die Tiere noch zur ebenen Erde stehen, ist also bei den gemischten Ställen höher als in den Nur-Rinderställen, was meiner Ansicht nach darauf zurückzuführen ist, daß Ställe, in denen mehrere Tierarten gehalten werden, im Verschwinden begriffen sind.

6. Der pro GVE geforderte Luftraum von 20 - 30 m^3 war nur in 15,79 % der alten und 22,2 % der neuen Ställe vorhanden, während in 42,11 % der alten und in 44,44 % der neuen Ställe ein Luftraum unter 15 m^3 festgestellt wurde. Bei den gemischten Ställen stand der erforderliche Luftraum in 42,86 % der neuen und 31,25 % der alten Ställe den Tieren zur Verfügung. Bei dieser Stallart wiesen nur 14,28 % der neuen und 12,5 % der alten Ställe einen Luftraum von weniger als 15 m^3/GVE auf. Aus dieser Gegenüberstellung geht hervor, daß der durchschnittliche Luftraum pro GVE in den alten Ställen günstiger war als in den neuen.

7. Da der durchschnittliche Besatz bei den alten Ställen mit 10,42 GVE um 1,58 GVE niedriger lag als bei den neuen, boten die alten Ställe den Tieren im Durchschnitt mehr Luftraum. Dies gilt auch für die gemischten Ställe, die mit einem Besatz von durchschnittlich 8,56 GVE in den alten Ställen und einem von 10,91 GVE in den neuen, den Tieren in den alten Ställen mehr Luftraum boten.

8. In 15,78 % der alten Ställe wurden Belüftungsanlagen festgestellt, und zwar handelte es sich dabei in 5,26 % um Kippfenster, in 10,52 % um Futterlöcher. 27,78 % der neuen Ställe hatten folgende Belüftungsanlagen: 5,56 % hatten Kippfenster, 11,12 % Abluftschächte und 11,12 % Tonrohre bzw. Aussparungen unter der Decke. 6,25 % der alten gemischten Ställe hatten eine Be- bzw. Entlüftungsanlage in Form eines Abluftschachtes, während in 28,5 % der neuen Ställe Kippfenster beobach-

tet werden konnten. Allgemein kann gesagt werden, daß die Anzahl der Belüftungsanlagen sowohl in den alten als auch in den neuen Ställen viel zu niedrig ist.

9. Dies äußerte sich in den verhältnismäßig hohen CO_2-Werten. Der CO_2-Gehalt betrug nämlich in den alten Ställen durchschnittlich 0,47 %, in den neuen 0,42 % bzw. 0,42 und 0,3 % bei den gemischten Ställen.

10. Die Temperatur lag sowohl bei den alten, als auch bei den neuen Ställen im Durchschnitt zwischen 13 - 14 ^{o} C, also im angemessenen Bereich. Es wurden jedoch auch 20,32 % alte und 27,78 % neue Ställe mit zu hohen Temperaturen zwischen 15 - 20 ^{o} C angetroffen. Die Temperatur lag bei den gemischten Ställen zwischen 12 - 14 ^{o} C, also auch im verlangten Bereich.

25 % der alten und 14,28 % der neuen Ställe hatten Temperaturen zwischen 15 - 18 ^{o} C und waren somit zu warm.

11. Der Großteil der Ställe wies zu feuchte Luft auf. So betrug die rel. Feuchtigkeit in den alten Nur-Rinderställen 89,94 %, bei den neuen 80,2 % bzw. 86 % und 83,25 % bei den gemischten Ställen.

12. Die Abkühlungsgröße bewegte sich nur bei 50 % der neuen und bei bei 36,84 % der alten Ställe in den geforderten Grenzen von 7 - 9,5. Niedrige Abkühlungsgrößen zeigten 45,5 % der neuen und 47,37 % der alten Ställe, größere 4,5 % der neuen und 15,79 % der alten Ställe. In den gemischten Ställen bewegte sich die Abkühlungsgröße in 71 % der neuen und 75 % der alten Ställe zwischen 7 - 9,5. Während 29 % der neuen und 18,75 % der alten Ställe eine geringere Abkühlungsgröße zeigten, wiesen nur 6,25 % der alten Ställe eine Abkühlungsgröße über 9 auf.

13. Eine den Anforderungen entsprechende Luftbewegung von 0,1 - 0,13 m/sec wiesen nur 38,89 % der neuen und 26,32 % der alten Ställe auf. Bei 27,78 % der neuen und 15,79 % der alten wurde eine zu hohe Luftbewegung von 0,17 - 0,4 m/sec, bei 33,33 % der neuen und 57,89 % der alten eine zu niedrige von nicht ablesbarem Wert bis 0,1 m/sec gemessen.

Bei den gemischten Ställen entsprachen 37,5 % der neuen und sogar 50 % der alten den optimalen Anforderungen. 37,5 % der neuen und 31,25 % der alten Ställe zeigten eine zu niedrige Luftbewegung. In 25 % der neuen und 18,75 % der alten Ställe wurden zu hohe Werte gemessen.

14. Allgemein kann festgestellt werden, daß weder die alten noch die neugebauten Ställe den Anforderungen der Hygiene entsprechen.

15. Zwischen CO_2-Gehalt und Windgeschwindigkeit konnte kein Zusammenhang festgestellt werden.

16. Es konnte festgestellt werden, daß zwischen Feuchte und CO_2-Gehalt ein Zusammenhang besteht; steigt der Feuchtegehalt, so steigt auch der CO_2-Gehalt an.

Schweineställe

1. Die Untersuchungen erfaßten 40 Schweineställe; davon waren 22 über 25 Jahre alt, während 18 Ställe vom Jahre 1935 an gebaut und zu den neuen Ställen gezählt wurden.

1a. Als Baumaterial für die Außenwände dienten Ziegelsteine bei 77,78 % der neuen und 63,63 % der alten Schweineställe. Aus Hohlblocksteinen waren 11,11 % der neuen Ställe. Schweineställe, die vollkommen aus Holz waren, fand ich bei 11,11 % der neuen und 13,64 % der alten Ställe. Betonmauern zeigten 22,73 % der alten Ställe.

2. In 61,11 % der neuen und 36,36 % der alten Ställe stieß ich auf eine Betondecke; Ziegelspanndecken wiesen 16,68 % der neuen und 18,18 % der alten Ställe auf. Holz diente bei 11,11 % der neuen und 36,36 % der alten Schweineställe als Baumaterial für die Decke. Das böhmische Gewölbe traf ich in 5,55 % der neuen und 4,55 % der alten Ställe an; gleich stark vertreten wie das böhmische Gewölbe war die Hourdisdecke.

3. Die Hauptfensterfront zeigte bei 50 % der neuen Ställe nach Südosten, bei 38,89 % nach Südwesten; nur bei je 5,56 % aller neuen Ställe waren die meisten Fenster an der West- bzw. Nordseite angebracht. In 27,27 % der alten Ställe gab es überhaupt keine Fenster, nur 33,37 % zeigten die Hauptfensterfront an der Südostseite und 18,18 % an der Südwestseite. Je 9,09 % aller alten Schweineställe hatten die meisten Fenster an der nach Norden bzw. Nordosten gerichteten Seite.

4. Das Verhältnis der Fenster- zur Bodenfläche betrug in 61,11 % der neuen und 50,50 % der alten Ställe 1 : 20 und entsprach somit den Anforderungen. Ein Verhältnis der Fenster-/Bodenfläche zwischen 1 : 20 und 1 : 30 zeigten 27,78 % der neuen und 18,18 % der alten Ställe;

bei 11, 11 % der neuen und 31, 82 % der alten Ställe wurden Werte zwischen 1 : 30 - 1 : 130 festgestellt. Diese Ställe sind natürlich hygienisch untragbar.

5. Die Schweineställe konnte ich in Bezug auf ihre Aufstallungsform in 4 Gruppen einteilen. Auf Holzbohlen ca. 25 cm über dem Boden lagen die Tiere in 38, 78 % der neuen und 78, 27 % der alten Ställe. 22, 22 % der neuen Ställe waren im Stil der dänischen Mastbucht gebaut. In 22, 22 % der neuen und 22, 73 % der alten Ställe lagen die Tiere auf ins Erdreich gepreßten Ziegelsteinen. In die Gruppe "sonstige Ställe mit Stannit- und Stallitböden" konnte ich 13, 67 % der neuen Ställe einreihen.

6. Der vorhandene Luftraum war in den meisten Fällen größer als der geforderte von 15 - 30 m^3/GVE. Er betrug im Durchschnitt in den neuen Ställen 73, 18 m^3, in den alten 43, 78 m^3. Einen Luftraum von 2 m^3/GVE zeigten lediglich die "Betonsärge".

7. Der durchschnittliche Besatz betrug bei den alten Ställen 0, 39 GVE und 2, 59 GVE bei den neuen.

8. Belüftungsanlagen traf ich in keinem Schweinestall an.

9. Dies äußerte sich in den verhältnismäßig hohen CO_2-Werten. Der CO_2-Gehalt betrug nämlich in den alten Ställen durchschnittlich 0, 42 % und in den neuen 0, 28 %.

10. Die schlechtesten Werte bei der Untersuchung der Schweineställe ergaben die Temperaturmessungen. In keinem Stall wurden Unterschiede zwischen Anfangs- und Endmasttemperatur gemacht. Mit durchschnittlichen Werten von nur 9 ^{o} C in den alten und 13, 9 ^{o} C in den neuen Schweineställen lag die Temperatur weit unter dem geforderten Wert. Verbesserungsvorschläge siehe Ergebnisbesprechung.

11. Die relative Luftfeuchtigkeit lag im Durchschnitt mit 81 % in den neuen und 80 % in den alten Ställen an der oberen Grenze des Vertretbaren.

12. Die Abkühlungsgröße bewegte sich nur bei 54, 55 % der neuen und 33, 33 % der alten Ställe in den geforderten Normen von 7, 0 - 9, 5; bei 45, 45 % der neuen Ställe hingegen wurde eine Abkühlungsgröße, die unter 7, 0 lag, festgestellt. Bei den alten lagen je 33, 33 % der Ställe unter und über der Norm.

13. Eine den Anforderungen entsprechende Luftbewegung von 0,1 - 0,16 m/sec wiesen nur 20 % der neuen und 23,1 % der alten Ställe auf. Bei 40 % der neuen und bei 46,2 % der alten Ställe wurde eine zu hohe Luftbewegung von 0,16 - 0,26 bzw. 0,32 m/sec festgestellt; bei 40 % der neuen und 30,7 % der alten eine zu niedrige von nicht ablesbarem Wert bis 0,1 m/sec gemessen.

14. Allgemein kann auch bei den Schweineställen festgestellt werden, daß weder die alten noch die neugebauten Ställe den Anforderungen der Hygiene entsprechen.

15. Die im Sommer durchgeführten Untersuchungen bestätigen die Ansicht, daß stallklimatische Messungen im Winter mehr über die tatsächlichen Verhältnisse aussagen können.

D. LITERATURVERZEICHNIS

1. Amtl. Gemeindeverzeichnis	Statistik Baden-Wrttg., Bd. 42 Baden-Württemberg, Stgt. 1957
2. Andrew, Culver, Conrad	The effectiveness of mist-type-spraying systems for cooling swine. Purdue Univ. Exper. Stat. Lafayette, Indiana Mineo AS. 241 (1958)
3. Bray, Singletary	Effect of log wallows on gains of fattening swine. J. Animal Sc. 7, 521 (1948)
4. Brody	Res. Bull. Mo. Agric. Exp. Station 423 (1948)
5. Brooks und Hays	Der Einfluß der Umgebungstemperatur auf den prozentigen Fettgehalt der Kuhmilch Zchtgs. Kd. 1, 9 (1926)
6. Bruder	Biberach a. d. Riß 1950 Seite 11, zit. n. Früh (21)
7. Brüggemann	Viehhaltung im Bauernbetrieb DCG-Verlag Frankfurt; 954/55
8. Buxtorf	Einführung des Katathermometers in die stallhygienische Meßtechnik Vet. med. Diss. Zürich 1942
9. Clausen und Gerwig	Tagung d. europ. Vereinigung f. Tierzucht in Kopenhagen 1957 zit. n. Kalich (35)
10. Cobble und Hermann	Res. Bull. Mo. Agric. Exp. Station 485 (1951)

11. Cords-Parchim — Der gesunde Stall
Verlags Druckhaus Tempelhof
Berlin 1950

12. Dahmen — Lehrbuch der Veterinärhygiene
Verlag Parey, Berlin 1944

13. Deutsch — Untersuchungen über den Einfluß der Bauart der Stallungen und der Führung des Stallbetriebes auf die Beschaffenheit der Stalluft.
Vet. med. Diss. Berlin 1928

14. Dice — Der Einfluß der Stalltemperatur auf die Leistung und den Futterbedarf der Milchkühe.
Zchtgskde. 15, 10 (1940)

15. Dinkhauser — Der zweckmäßige Rindviehstall
Verlag Parey Berlin 1953

16. Dorno und Loewy — Wie weit können wir aus physikal. Messungen Schlüsse auf die Wärmeproduktion des Menschen ziehen?
Zschr. phys. Ther. 35, 1 (1928)
Zschr.. phys. Ther. 36, 13 (1928)

17. Ergänzungsband II zu den Württembergischen Jahrbüchern für Landeskunde.
zit. n. Früh (21)

18. Färber — Viehhaltung und Stallverhältnisse im Bayrischen Wald.
Vet. med. Diss. München 1958

19. Flad — Die agrarwissenschaftl. Entwicklg. des Wttg. Allgäus seit 1840.
Agr. Diss. Hohenheim 1953

20. Frank — Untersuchungen der Stalluft und der Lüftungseinrichtungen in Stallungen des Land-Kreises Kulmbach/Ofr. Vet. med. Diss. München 1951

21. Früh — Die Wirtschafts- und Sozialstruktur im Kreise Biberach. Agr. Diss. Hohenheim 1958

22. Fuhrimann — Beitrag zur Bestimmung des Stallklimas. Vet. med. Diss. Zürich 1944

23. Garret, Bond und Kelly — Environmental comparisons of swine performance as affected by shaded and inshaded wallow. J. Animal Ss. 19, 921 (1960)

24. Gerspach — Stallbau und gesunde Tierhaltung Verlag C. F. Müller, Karlsruhe 1956

25. Goldinger — Untersuchungen von Rinder- und Schweineställen im Sinne der praktischen Stallkontrolle. Vet. med. Diss. Zürich 1930

26. Gradmann — Süddeutschland Bd. II, Stgt. 1931 zit. n. Früh (21)

27. Hazen — Temperature-Gain Shown in Iowa Hog Test Feedstuffs 1, 68 (1958)

28. Hesse — Grundproblem der Agrarverfassung Stgt. 1949, zit. n. Früh (21)

29. Heinze — Der Pferdestall, sein Bau und seine Ausstattung Verlag Richard Carl, Leipzig 1906

30. Hoffmann — Hyg. Untersuchungen in Milchtierstallungen im Freistaat Sachsen während des Sommers und Winters. Zeitschr. f. Infekt. Krht. (1931) zit. n. Honold (31)

31. Honold — Die Zusammenhänge von Hygiene und Klima im Rinderstall. Vet. med. Diss. Freiburg 1952

32. Hungbühler — Untersuchungen von Rinderstallungen im Sinne der praktischen Stallkontrolle. Ein Beitrag zur Frage der Zusammenhänge zwischen Stall und Krankheit. Vet. med. Diss. Zürich 1930

33. Jackson — Fattening hogs need concrete wallow in hot weather. Progress Report, Texas, Agr. Exp. Stat. Texas A. and M. College 1938

34. Jentsch — Stallbauten in Tierheilkunde und Tierzucht. Stang und Wirth IX. 521 - 564 (1931)

35. Kalich — Der Einfluß einiger Umweltfaktoren auf die Winter- und Sommermast der Schweine Mttlg. f. Tierhaltg., Heft 72 (1961)

36. Kalich — Vergleichende stallklimat. Untersuchungen in alten und neuen Rinderställen Süddeutschlands. T.U. Nr. 11, 374 (1961)

37. Kalich — Die Colimastitis des Rindes Dtsch. tierärztl. Wschr. 19 (1958)

38. Kelly und Rupel — U.S. Depot of Afric. Washington Techn. Bull. 591 (1937)

39. Kibler und Brody — Rus. Bull. Mo. Exp. Station 464 (1950)

40. Klimmer — Gesundheitspflege der landwirtschaftlichen Nutztiere
Verlag Parey, Berlin 1924

41. Kronacher — Allgemeine Tierzucht
Verlag Parey, Berlin 1928

42. Krüger — Vergleichende stallklimat. Untersuchungen in Rinder- u. Schweineställen der oberrheinischen Tiefebene mit besonderer Berücksichtigung der Abkühlungsgröße.
Vet. med. Diss. München 1960

43. Kugler — Lüftungseinrichtungen verschieden weit in den Stall herabreichender Dunstschlote.
Zchtgskde. 4, 11 (1929)

44. Kuhlke — Milchviehställe, Neu- und Umbauten.
Landwirtschaft. Verlag Mann, Hildesheim 1954

45. Lauff — Der Einfluß der Haltung der Haustiere auf ihren Gesundheitszustand unter Berücksichtigung der Anforderungen an moderne Stallbauten.
Vet. med. Diss. Hannover 1920

46. Lehmeyer — Untersuchungen über den Kohlensäure- und Wasserdampfgehalt der Stalluft.
Med. vet. Diss. München 1927

47. Mally — Pferdezucht
Verlag Österr. Agrar. Wien 1952

48. Märker — Versuche über die Porosität einiger Baumaterialien, sowie über den künstlichen und natürlichen Luftwechsel in den Stallgebäuden.
J. f. Landwirtschaft 18, (1870): 340

49. Miessner und Schoop — Veterinärhygiene mit Anleitung für die hygienischen Übungen
Verlag Schaper, Hannover 1935

50. Mitteilungen des deutschen Wetterdienstes in der U.S. Zone
Bad Kissingen 1950

51. Münsterer — Untersuchungen und Luftverhältnisse in Rinder- und Schweinestallungen
Vet. med. Diss. München 1953

52. Nusshag — Hygiene der Haustiere
Verlag Hirzel, Leipzig 1954

53. Ober — Der Rindviehstall
Verlag Ulmer, Stuttgart 1957

54. Ober — Gesunde und zweckmäßige Schweineställe
Bayer. Landw. Verlag, München 1953

55. Ober — Gesundes Stallklima
Bayer. Landw. Verlag, München 1957

56. Oesterlee — Intern. J. Bioklimatology and Biometeorology, Vol. 3, Part III. Sect. C (1959)

56a. Pettenkofer — Luftwechsel in Wohngebäuden, München, (1858) S. 60 u. 88; zit. nach Recknagel; Hdb. d. Hygiene, Rubner, Gruber, Ficker, Hirzelverl. Leipzig 1927

57. Popoff — Der Einfluß der Kälte auf die Produktivität der Milchkühe.
Zchtgskde. 15, 10 (1940)

58. Reich — Einfluß der Baustoffe auf das Stallklima.
Vet. med. Diss. München 1960

59. Reischl — Stallhyg. Untersuchungen in Rinderställen des Kreises Aichach unter Berücksichtigung der Milchleistung.
Vet. med. Diss. München 1960

60. Röhm — Verbreitung und Entwicklung der landw. Erbsitte in Bd.-Wrttbg. "Schwäb. Heimat", 8. Jg., Heft 4 zit. n. Früh (21)

61. Rolle — Veterinärhygiene
Manuskript 1949

62. Roots-Haupt-Hartwigk — Veterinärhygiene
Verlag Parey, Berlin 1955

63. Rubner — Einfluß der Haarbedeckung auf Stoffverbrauch und Wärmebildung.
Arch. f. Hyg. 20 (1896)

64. Ruder — Der Einfluß der Art der Jaucheabführung auf den NH_3-Gehalt der Stalluft.
Vet. med. Diss. München 1952

65. Schildbach — Beitrag zur Pathogenese der Colimastitis unter besonderer Berücksichtigung von Mikro- und Makroklima.
Vet. med Diss. München 1960

66. Schmidt — Stallklimatische Untersuchungen in Rinderställen des Landkreises Kusel (Pfalz).
Vet. med. Diss. München 1960

67. Schmidt und Kliesch — Züchtung, Ernährung und Haltung der Landwirtschaftl. Nutztiere,
Allg. Teil Verlag Parey, Berlin 1956

68. Seilnacht — Das Bauen in der Landwirtschaft
Verlag Meyer, Ravensburg 1950

69. Shier — Die Kontrolle der Ventilation und der Temperatur.
Bull. Ohio State Univ. Agricult. Coll. Extens. Serv. No 208 (1941)

70. Siebold und Grahl — Stallbau im Bauernbetrieb
Verlag Parey, Berlin 1938, 3. Aufl.

71. Stälin — Wrttbg. Geschichte IV. Teil, Schwaben und Südfranken.
Stuttgart 1873
zit. n. Früh (21)

72. Statistisches Landesamt Tübingen — Die Besitzverhältnisse der land- und forstwirtschaftlichen Betriebe
Stat. Landesamt Tübingen 1950

72a. Stietenroth — Hygienische und wärmewirtschaftl. Forderung beim Stallbau u. Stallbetrieb.
Veröff. a. d. Inst. f. Schall- u. Wärmeforschg. d. T. H. Sttgt., Heft 5, 1934

73. Süpfle — Bauhygiene des Stalles
Dtsch. tierärztl. Wschr. 15, 225 (1930)

74. Traub — Hygienische Untersuchungen in Tierställen unter besonderer Berücksichtigung der Stallluft.
Ztschr. f. Infekt. Krht. u. Hyg. d. T. 45, 1 (1934)

75. Unterlagen des Wetteramtes Stuttgart

76. Vogel — Pferdezucht
Verlag Parey, Gießen (1948)

77. Voit — Vergleichende CO_2-Gehalt- und Luftfeuchtigkeitsmessungen in Rinderställen des Kreises Miesbach.
Vet. med. Diss. München 1957

78. Weller — Besiedlungsgeschichte Wrttbgs.
III. Bd. Stgt. 1938, Seite 37
zit. n. Früh (21)

79. Zorn — Stallverbesserung und -neubau
Verlag Ulmer, Stuttgart 1953

80. Zorn und Schreiber — Untersuchungen über den Einfluß der Stallverhältnisse auf das Fortpflanzungsgeschehen der Rinder
Zchtgskde. 54, 3 (1953)

Am Schluß meiner Arbeit möchte ich
Herrn Professor Dr. A. Meyn für die freundliche Überlassung des Themas und
Herrn Professor Dr. J. Kalich für die freundliche Unterstützung bei der Gestaltung der Arbeit danken.

LEBENSLAUF

Am 24. August 1935 wurde ich, Horst-Volkert van Kampen als Sohn des Bankkaufmannes Johann van Kampen und seiner Ehefrau Maria Mathilde, geb. Markhardt, in Amsterdam in Holland geboren.

Von 1942 - 1944 besuchte ich die deutsche Volksschule in Amsterdam. 1944 übersiedelten meine Mutter und wir Kinder nach Schemmerberg, Kreis Biberach a. d. Riß. Dort besuchte ich bis zum Herbst 1947 die Volksschule. Zu diesem Zeitpunkt trat ich in das Wieland-Gymnasium in Biberach a. d. Riß ein, das ich Ostern 1956 mit dem Zeugnis der Reife verließ.

Im Wintersemester 1956/57 immatrikulierte ich mich an der Tierärztlichen Fakultät der damaligen Justus-Liebig-Hochschule Gießen. 1958 bestand ich dort die Tierärztliche Vorprüfung. Im Sommersemester 1959 wechselte ich an die tiermedizinische Fakultät der Universität München über und bestand dort 1961 die Tierärztliche Staatsprüfung.

Seit November 1961 bin ich als Veterinärpraktikant in Rot a. d. Rot, Kreis Biberach/Riß, beschäftigt.